

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Інститут енергозбереження та енергоменеджменту
Кафедра теплотехніки та енергозбереження

«На правах рукопису»
УДК 697.1

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри
_____ В.І.Дешко
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ ” _____ 2020 р.

**Магістерська дисертація
на здобуття ступеня магістра**

зі спеціальності 144 «Теплоенергетика»

освітньо-професійна програма «Енергетичний менеджмент та інжиніринг
теплоенергетичних систем»

на тему: «Аналіз енергетичних характеристик будівлі гуртожитку сімейного типу
КПІ ім. Ігоря Сікорського до та після комплексної термомодернізації»

Виконав: студент VI курсу, групи ОТ – 91мп
(шифр групи)

Корженко Олег Васильович
(прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Керівник доцент, к.т.н., доцент Шовкалюк М. М.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Консультанти:

Електротехнічна частина к.т.н., доцент Замулко А.І.

Стартап-проект к.т.н., доцент Шевчук Н.А.

Моделювання енергетичних процесів і систем к.т.н., доцент Суходуб І.О.

Нормоконтроль к.т.н., доцент Шкляр В.І.

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2020 року

Національний технічний університет України

**«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Інститут (факультет) Інститут енергозбереження та енергоменеджменту
(повна назва)

Кафедра Теплотехніки та енергозбереження
(повна назва)

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Спеціальність 144 «Теплоенергетика»
(код і назва)

Освітньо-професійна програма «Енергетичний менеджмент та інжиніринг
теплоенергетичних систем»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

(підпис) Валерій ДЕШКО
(ініціали, прізвище)

«__» _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Корженку Олегу Васильовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації «Аналіз енергетичних характеристик будівлі гуртожитку
сімейного типу КПІ ім. Ігоря Сікорського до та після комплексної
термомодернізації»,

науковий керівник дисертації Шовкалюк Марина Михайлівна, к.т.н, доцент ,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «3» листопада 2020 р. № 3199-с

2. Термін подання студентом дисертації 14 грудня 2020 р.

3. Об'єкт дослідження гуртожиток сімейного №22 типу КПІ ім. Ігоря Сікорського

4. Вихідні дані до магістерської дисертації геометричні та теплофізичні
характеристики огорожувальних конструкцій будівлі, річне споживання
енергоресурсів (теплова енергія – 1369,74 Гкал, електроенергія –
372120 кВт·год, гаряча вода – 37120 м³), режим експлуатації, внутрішня
температура (20 °C)

5. Перелік завдань, які потрібно розробити 1) дослідження енергетичних
систем будівлі та визначення можливих шляхів підвищення ефективності їх
використання; 2) огляд методів та засобів регулювання енергоспоживанням;
3) моделювання енергоспоживання будівлі; 4) розроблення стартап-проекту

Орієнтовний перелік ілюстративного матеріалу до пояснювальної записки
додається презентація виконана в PowerPoint, креслення 1-2 (Фасад, схема електропостачання)

7. Орієнтовний перелік публікацій: I міжнародна науково-практична інтернет конференція "ШЛЯХИ РОЗВИТКУ НАУКИ В СУЧАСНИХ КРИЗОВИХ УМОВАХ" (28 - 29 травня 2020 р.); III науково-технічна конференція магістрантів ІЕЕ (26 – 27 листопада 2020 р.)

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Електротехнічна частина	доцент Замулко А.І.		
Стартап-проект	доцент Шевчук Н.А.		
Моделювання енергетичних процесів і систем	доцент Суходуб І.О.		
Нормоконтроль	доцент Шкляр В.І.		

9. Дата видачі завдання 02.09. 2020 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Загальні відомості про об'єкт дослідження	26.10.2020 - 11.11.2020	
2	Інжиніринг енергетичних систем	26.10.2020 - 07.12.2020	
3	Спеціпитання	26.10.2020 - 07.12.2020	
4	Енергоменеджмент та моніторинг	26.10.2020 - 09.11.2020	
5	Стартап-проект	02.11.2020 - 07.12.2020	
6	Нормативне оформлення магістерської дисертації	30.11.2020-07.12.2020	
7	Попередній захист	07.12.2020-12.12.2020	

Студент

 (підпис)

О.В Корженко
 (ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

 (підпис)

М. М. Шовкалюк
 (ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ

Структура і обсяг роботи. Магістерська дисертація Корженко О. В. на тему: "Аналіз енергетичних характеристик будівлі гуртожитку сімейного типу КПІ ім. Ігоря Сікорського до та після комплексної термомодернізації" складається із вступу, 5 розділів, висновків, переліку використаних джерел. Загальний обсяг роботи складає 91 сторінок основного тексту, в тому числі 21 рисунки, 39 таблиць, 32 бібліографічних найменувань за переліком посилань.

Актуальність теми. Особливої актуальності для м. Києва набуває проведення енергетичного обстеження огорожувальних конструкцій будівель закладів освіти та роботи систем централізованого теплопостачання, електропостачання, водопостачання та водовідведення. Дана робота являє собою комплекс заходів з розвитку систем енергетичного менеджменту, спрямованих на підвищення ефективності використання тепло-, електроенергії та холодної води, створення комфортних умов для проживаючих, забезпечення раціонального використання матеріальних і енергетичних ресурсів. Реалізація зазначених заходів підвищить рівень енергоефективності будівлі та рівень забезпечення комфортних умов проживаючим.

Метою магістерської дисертації є енергетичне обстеження будівлі гуртожитку сімейного типу та розрахунки енергоспоживання будівлі до та після комплексної термомодернізації, а також аналіз енергетичних характеристик будівлі за результатами моделювання у різних програмних продуктах.

Об'єкт дослідження - гуртожиток сімейного типу КПІ ім. Ігоря Сікорського, що призначений для проживання студентів та аспірантів університету в м.Київ.

Предмет дослідження - енергоспоживання будівлі, теплотехнічні характеристики огорожувальних конструкцій будівлі, характеристики інженерних мереж.

Методи дослідження. Для досягнення поставленої в науковій роботі мети і сформованих відповідно до неї завдань були використані такі методи та підходи: розрахунково-аналітичний та статистико-економічний методи, системний та комплексний підходи.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у розвитку методів оцінювання, моніторингу, порівняння та аналізу показників ефективності енерговитрат будівлі гуртожитку сімейного типу за допомогою програмних продуктів RETScreen та DesignBuilder. Розроблено 2 моделі для дослідження енергоспоживання у спеціалізованому програмному продукті RETScreen, та 3 моделі для дослідження енергоспоживання у спеціалізованому програмному продукті DesignBuilder. Виконано порівняльну оцінку даних в результаті моделювання будівлі з урахуванням конструктивних особливостей зовнішніх огорожувальних конструкцій та характеристик інженерних систем до та після впровадження енергоефективних заходів.

Апробація результатів: результати дослідження доповідалися на:

- I міжнародній науково-практичній інтернет конференції "ШЛЯХИ РОЗВИТКУ НАУКИ В СУЧАСНИХ КРИЗОВИХ УМОВАХ" (28 - 29 травня 2020 р.);
- III науково-технічній конференції магістрантів ІЕЕ (26 – 27 листопада 2020 р.).

Публікації.

1) Порівняння програмних продуктів для моделювання енергоспоживання будівлі / Корженко О.В. Шовкалюк М.М. // Тези доповіді на I міжнародній науково-практичній інтернет конференції "ШЛЯХИ РОЗВИТКУ НАУКИ В СУЧАСНИХ КРИЗОВИХ УМОВАХ" [28 - 29 травня 2020 р.], с. 495.

2) Корженко О.В. Підвищення енергоефективності гуртожитку сімейного типу з порівняльним аналізом програмних продуктів для моделювання енергоспоживання будівлі» // Тези доповіді на III науково-технічна конференція магістрантів ІЕЕ [26 – 27 листопада 2020 р.], с. 303.

Програмне забезпечення. Для виконання розрахунків у розділі 3 магістерської дисертації використовувалось наступне програмне забезпечення: RETScreen та DesignBuilder.

Ключові слова: управління енергоспоживанням, енергомоніторинг, студентський гуртожиток, підвищення енергоефективності, енергозбереження.

ABSTRACT

Structure and scope of work. Master's dissertation Korzhenko O.V. on the topic: "Analysis of energy characteristics of the building of the dormitory of the family type KPI named after Igor Sikorsky before and after the complex thermal modernization" consists of an introduction, 5 sections, conclusions, a list of sources used. The total volume of the work is 91 pages of the main text, including 21 figures, 39 tables, 32 bibliographic titles according to the list of references.

Actuality of theme. Of particular relevance for the city of Kyiv is the energy inspection of the enclosing structures of buildings of educational institutions and the operation of district heating, electricity, water supply and sewerage. This work is a set of measures for the development of energy management systems aimed at improving the efficiency of heat, electricity and cold water, creating comfortable conditions for residents, ensuring the rational use of material and energy resources. The implementation of these measures will increase the level of energy efficiency of the building and the level of providing comfortable conditions for residents.

The purpose of the master's dissertation is an energy audit of the family-type dormitory building and calculations of energy consumption of the building before and after the complex thermal modernization, as well as analysis of the energy characteristics of the building based on modeling results in various software products.

The object of study - a family-type dormitory KPI. Igor Sikorsky, which is intended for students and graduate students of the University of Kyiv.

The subject of research - energy consumption of the building, thermal characteristics of the enclosing structures of the building, the characteristics of utilities.

Research methods. To achieve the goal set in the scientific work and the tasks formed in accordance with it, the following methods and approaches were used: calculation-analytical and statistical-economic methods, systemic and complex approaches.

The scientific novelty of the obtained results lies in the development of methods for evaluating, monitoring, comparing and analyzing the energy efficiency of a family-

type dormitory building using software products RETScreen and DesignBuilder. Developed 2 models for the study of energy consumption in a specialized software product RETScreen, and 3 models for the study of energy consumption in a specialized software product DesignBuilder. A comparative evaluation of the data as a result of building modeling, taking into account the design features of external enclosing structures and the characteristics of engineering systems before and after the implementation of energy efficiency measures.

Approbation of results: the results of the study were reported on:

- And the international scientific-practical Internet conference "WAYS OF DEVELOPMENT OF SCIENCE IN MODERN CRISIS" (28 - 29 May 2020);
- III scientific and technical conference of IEE undergraduates (November 26 - 27, 2020).

Publications.

1) Comparison of software products for modeling the energy consumption of the building / Korzhenko OV Shovkalyuk MM // Abstracts of the report at the I International Scientific and Practical Internet Conference "WAYS OF SCIENCE DEVELOPMENT IN MODERN CRISIS" [28 - 29 May 2020], p. 495.

2) Korzhenko OV Improving the energy efficiency of a family-type dormitory with a comparative analysis of software products for modeling the energy consumption of the building "// Abstracts of the III scientific and technical conference of IEE undergraduates [November 26 - 27, 2020], p. 303.

Software. The following software was used for calculations in section 3 of the master's dissertation: RETScreen and DesignBuilder.

Key words: energy consumption management, energy monitoring, student dormitory, energy efficiency improvement, energy saving.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ, СКОРОЧЕНЬ.....	11
ВСТУП.....	12
1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ОБ’ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	13
1.1 Загальний опис.....	13
1.2 Система електропостачання	14
1.3 Система теплопостачання і ГВП	15
1.4 Система водопостачання і каналізації	15
1.5 Фактичне споживання енергетичних ресурсів.....	15
Висновки до розділу	19
2 ІНЖИНІРИНГ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ ГУРТОЖИТКУ.....	19
2.1.1 Існуючий стан та теплофізичні характеристики огорожувальних конструкцій	20
2.1.2 Тепловізійне обстеження	23
2.2 Дослідження інженерних мереж.....	25
2.3 Шляхи підвищення використання системи теплопостачання.....	26
2.4 Заходи з енергозбереження.....	28
2.5 Дослідження системи електропостачання.....	33
2.5.1 Аналіз сучасного стану постачання електричної енергії.....	33
2.5.2 Аналіз поточного технічного стану системи електропостачання.....	37
2.5.3 Шляхи підвищення ефективності використання системи елктропостачання.....	39
2.5.4 Пропозиції щодо модернізації системи електропостачання об’єкту ...	40
Висновки до розділу	46
3 МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯМ.....	47
3.1 Огляд нормативно-правової бази у сфері ЖКГ та енергоефективності..	47
3.2 Моніторинг та аналіз енергоспоживання.....	49
3.3 Моделювання в спеціалізованих програмних продуктах.....	50
3.3.1 Огляд існуючого програмного забезпечення	50

3.3.2	Теплотехнічний розрахунок після запровадження заходів з енергозбереження та виконання прогнозування споживання енергії розрахунковим методом.....	51
3.3.3	Моделювання в програмному середовищі RETScreen	55
3.3.4	Моделювання в програмному середовищі DesignBuilder	60
	Висновки до розділу	63
4	ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТ ТА МОНІТОРИНГ.....	66
	Висновки до розділу	69
5	РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЕКТУ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТА УПРАВЛІННЯ СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ.....	70
5.1	Цілі та етапи реалізації стартап-проекту.....	70
5.2	Обґрунтування актуальності та новизна інноваційної ідеї стартап-проекту.....	71
5.3	Аналіз конкурентного середовища.....	72
5.4	Обґрунтування ресурсного забезпечення проекту.....	73
5.5	Ключові види діяльності та ключові партнери.....	74
5.6	Фінансове обґрунтування стартап-проекту.....	75
5.6.1	Прямі матеріальні витрати.....	75
5.6.2	Витрат на оплату праці.....	76
5.6.3	Обґрунтування вартості задіяних основних фондів та амортизаційних відрахувань.....	77
5.6.4	Інші прямі витрати.....	78
5.6.5	Загальновиробничі витрати.....	78
5.6.6	Умовно-змінні витрати.....	78
5.6.7	Умовно-постійні витрати.....	79
5.6.8	Накладні витрати.....	79
5.6.9	Обґрунтування собівартості інноваційної ідеї стартап-проекту.....	79
5.7	Обґрунтування рівня рентабельності (прибутковості) інноваційної ідеї.....	79
5.8	Обґрунтування вартості виробництва інноваційної техніки (технології).....	80
5.9	Цільові групи потенційних споживачів.....	82

5.10 Канали збуту.....	82
5.11 Бізнес-модель проекту (обладнання, технології).....	83
Висновки до розділу	84
ВИСНОВКИ.....	84
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	87
Додатки.....	90

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ, СКОРОЧЕНЬ

СКОРОЧЕННЯ

ЖКГ – Житлово-комунальне господарство
ДСТУ – Державний стандарт України
ДБН – Державні будівельні норми
ЕП – електроприлад;
ISO – International Organization for Standardization
ІТП – індивідуальний тепловий пункт
КП – комп’ютерна програма
АСЕМ – автоматизована система енергомоніторингу
ФОП – фонд оплати праці
ТП – трансформаторна підстанція;
ГВП – гаряче водопостачання;
ККД – коефіцієнт корисної дії;
ЕМ – енергетичний менеджмент.
МНМА – малоцінні необоротні матеріальні активи

ПОЗНАЧЕННЯ ТА СИМВОЛИ

CO_2 – вуглекислий газ
 t_{co} - середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період
 $t_{\text{вн}}$ - розрахункова температура внутрішнього повітря
 R – опір теплопередачі
 Q – споживання теплової енергії/теплові втрати
 t_{po} – розрахункова температура зовнішнього повітря
 T_{OK} – термін окупності
 δ – товщина;
 λ – коефіцієнт теплопровідності.

ВСТУП

Людина кожного дня використовує електричну та теплову енергію, щоб забезпечити необхідні умови життя. З року в рік ціни на енергетичні ресурси зростають, це пов'язано, з вичерпністю, обмеженою кількістю та підвищеною складністю добування ресурсів на планеті. Тому актуальною є проблема збереження і максимально ефективного використання енергетичних ресурсів.

Україна є одною з наймарнотратнішою країн Європи, саме тому необхідно застосовувати систему енергетичного менеджменту у всіх галузях держави.

Для визначення основних напрямків діяльності в області енергозбереження, а також розробка та впровадження заходів з енергозбереження можливі тільки на основі аналізу фактичного стану ефективності, для цього проводиться енергоаудит. Основними завданнями енергоаудиту є виявлення можливих втрат енергії, аналіз використання енергії, визначення можливостей для енергозбереження у гуртожитку, щоб зменшити використання енергії без негативного впливу на навколишнє середовище.

Метою даного дослідження є енергетичне обстеження будівлі гуртожитку сімейного типу та аналіз розрахунків енергоспоживання будівлі до та після комплексної термомодернізації за результатами моделювання у програмних продуктах DesignBuilder та RETScreen. Завдання дослідження:

- Збір вихідної інформації про будинок та визначення геометричних, теплотехнічних та енергетичних показників.
- Розрахунок сумарного енергоспоживання сімейного гуртожитку №22 КПІ ім.Ігоря Сікорського.
- Побудова 3D моделі та проведення моделювання енергоспоживання в програмному середовищі DesignBuilder.
- Розрахунок енерговитрат будівлі за допомогою програмного продукту Retscreen.
- Порівняльний аналіз результатів моделювання.

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Загальний опис

Об'єктом дослідження є багатоповерхова житлова будівля, зображена на рисунку 1.1.

Адреса будівлі: місто Київ, вул. Металістів, 6.



Рисунок 1.1 – Гуртожиток 22, вул. Металістів 6

Будівля побудована в 1986 році, 9-поверхова, має 1 під'їзд і налічує 216 кімнат. Представляє собою гуртожиток сімейного типу для студентів та аспірантів.

Кімната представляє собою житлове приміщення в складі яких: одна кімната; кухня з електроплитою; санвузол; гардеробну; коридор.

Практично в кожній кімнаті є діти дошкільного віку, що суттєво впливає на енерговитрати.

Загальна площа 6396 м². Житлова площа 3199 м². Площа скління 863 м².

Зовнішні стіни будівлі товщиною 0,67 м виконані з силікатної цегли.

Вікна в будівлі частково дерев'яні, частково замінені на метало-пластикові.

Двері центрального входу дерев'яні.

Дах плоский, знаходиться над будівлею. Наявне технічне приміщення, підлога якого виконана з залізобетонної панелі перекриття та вкрита цементно-піщаною стяжкою, шаром руберойду та керамзиту.

Під всією площею будівлі розміщений неопалювальний підвал, в якому знаходиться трубна розводка системи опалення.

Теплопостачання централізоване, теплоносій – вода. Автоматичне регулювання відсутнє.

Опалювальні прилади у кімнатах – чавунні секції, висотою 50см.

Система освітлення місць загального користування будівлі переважно складається з люмінісцентних ламп.

В будинку є 2 пасажирських ліфти.

1.2 Система електропостачання

Живлення здійснюється від двох трансформаторів ТП. Експлуатаційна відповідальність за технічне обслуговування та ремонт ТП належить енергопостачальній організації. Відповідно до класифікації, за ступенем надійності електропостачання гуртожиток належить до другої категорії надійності. Облік електричної енергії здійснюється за допомогою електролічильника ЕЛВІН. Параметри системи електропостачання: напруга – 380 В, частота – 50 Гц, 3 фази. Від ТП №640 до гуртожитку прокладається двома кабелями АВВГ (4×150), довжина траншеї 248 м.

1.3 Система тепlopостачання і ГВП

Тепlopостачання будівлі здійснюється від ТЕЦ 5, магістраль №6. Схема приєднання об'єкту залежна. Вузол приєднання – місцевий тепlopункт (від ТК 143/17а). Параметри теплоносія у вузлі приєднання:

- температура теплоносія в подавальному трубопроводі – 150 °С;
- температура теплоносія в зворотному трубопроводі – 70 °С.

Облік теплової енергії передбачається вузлом обліку теплової енергії на базі теплोलічильника СВТУ-11Т з двома витратомірними дільницями РУ-50, розташованими на подавальному та зворотному трубопроводах вузла теплового вводу.

Теплове навантаження об'єкта - 0,771 Гкал/год, у тому числі за видами теплоспоживання:

- опалення – 0,550 Гкал/год;
- гаряче водопостачання (середнє) – 0,221 Гкал/год;
- гаряче постачання (максимальне) – 0,531 Гкал/год.

1.4 Система водопостачання і каналізації

Водопровід виконаний з чавунних напірних труб, діаметром 100мм, сталевих електрозварних труб діаметром 325х4мм. Каналізація виконана з азбестоцементних напірних труб, діаметром 100-300 мм, чавунних водопровідних труб діаметром 200мм кл. «А».

Каналізація корпусу – самоточна.

1.5 Фактичне споживання енергоресурсів

Житлова будівля споживає електричну енергію (розглядається лише електроенергія, спожита в місцях загального користування), теплову енергію та холодну воду. Розрахунок за спожиті енергоресурси здійснюється за

показниками існуючих вузлів обліку теплової, електричної енергії та води за діючими тарифами.

Дані про споживання енергоресурсів у натуральній та грошовій формі за останні три роки наведено в таблиці 1.1 та в таблиці 1.2 відповідно.

Таблиця 1.1 – Дані про енергоспоживання впродовж 2017-2019 рр. у натуральній формі

№ п/п	Найменування енергоносія	Одиниці виміру	Обсяг споживання енергоносія		
			2017	2018	2019
1	Теплова енергія	Гкал/рік	1472,77	1458,85	1178
2	Електрична енергія	кВт·год/рік	398100	356160	324101
3	Холодна вода	м ³ /рік	49116	32075	34723

Таблиця 1.2 – Дані про енергоспоживання протягом 2016-2018 рр. у грошовій формі

№ п/п	Найменування енергоносія	Обсяг сплачених коштів за споживання енергоресурсів, тис. грн.		
		2017	2018	2019
1	Теплова енергія	2038,7	1883,4	1747,7
2	Електрична енергія	344,28	354,7	291,69
3	Холодна вода	661,2	433,6	696,19

У 2019 році за спожиті енергоресурси було сплачено 2 млн. 735 тис. грн. Основну частину витрат складають витрати на теплову енергію, що вказує на необхідність в першу чергу впровадження заходів зі збереження тепла.

Для наочності споживання електричної, теплової енергії та води у грошових одиницях за 2019 рік зображено у вигляді діаграми (рис. 1.2).

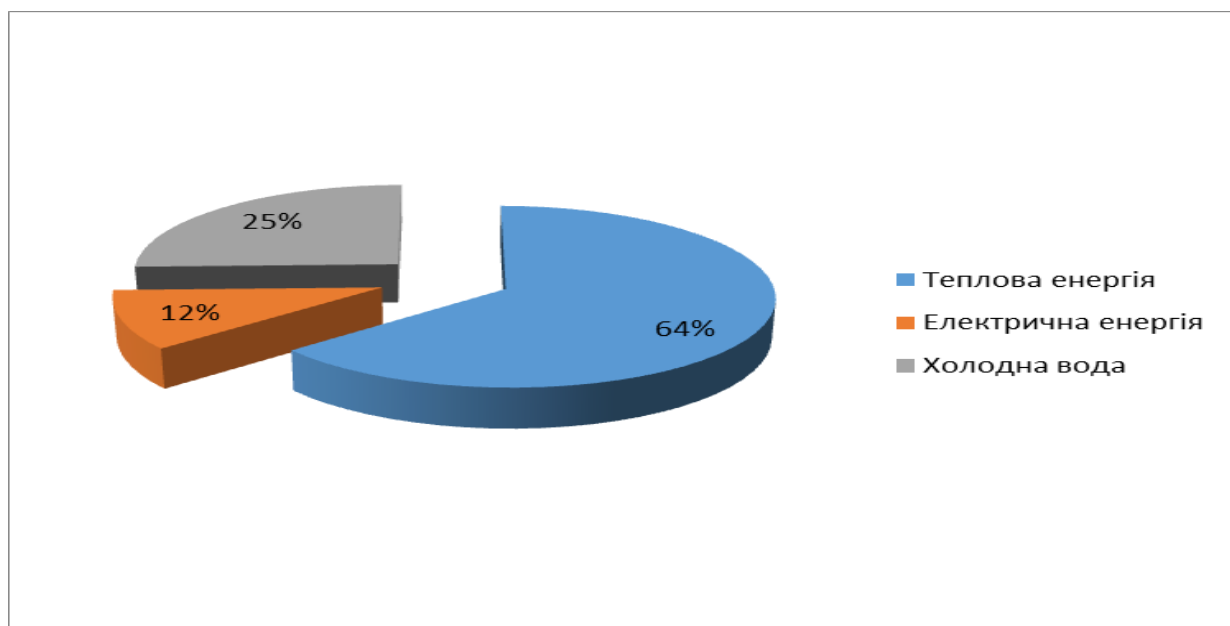


Рисунок 1.2 – Оплата за енергоресурси за 2019 рік

Динаміку споживання електричної енергії (кВт·год) за місяцями зображено на рисунку 1.3.

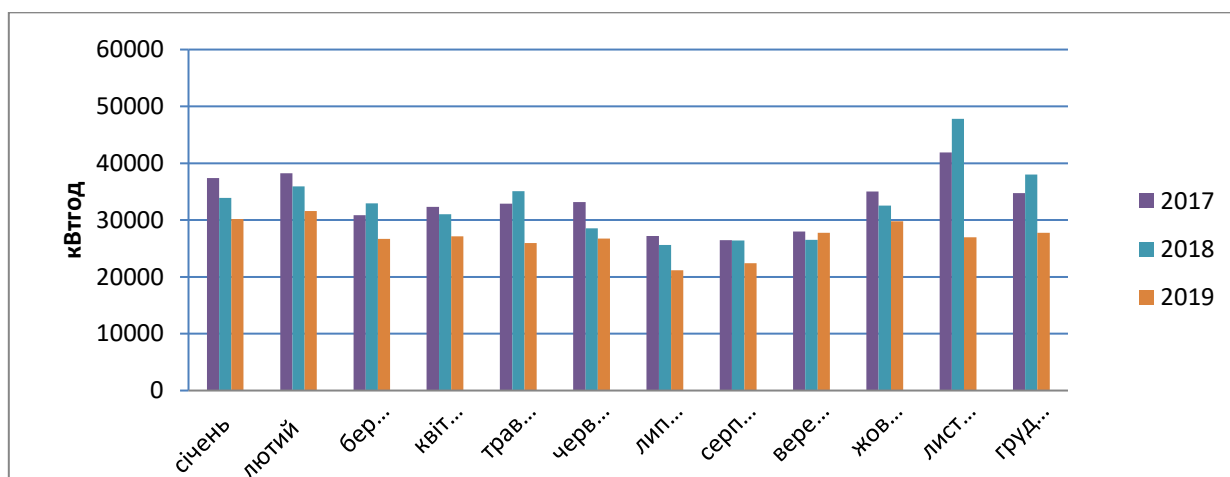


Рисунок 1.3 – Динаміка споживання електричної енергії за 2017-2019 рр.

Електрична енергія в приміщеннях загального користування використовується на забезпечення роботи ліфтового обладнання та освітлення приміщень. Споживання електричної енергії нерівномірне протягом року, ГВП протягом року, оскільки тривалість світлового дня впродовж року різна і, відповідно, час використання штучного освітлення різний. В 2018 році

частину ламп розжарювання в місцях загального користування було замінено на люмінісцентні, що дало відчутну економію електроенергії.

Динаміку споживання теплової енергії (Гкал) за місяцями зображено на рисунку 1.4.

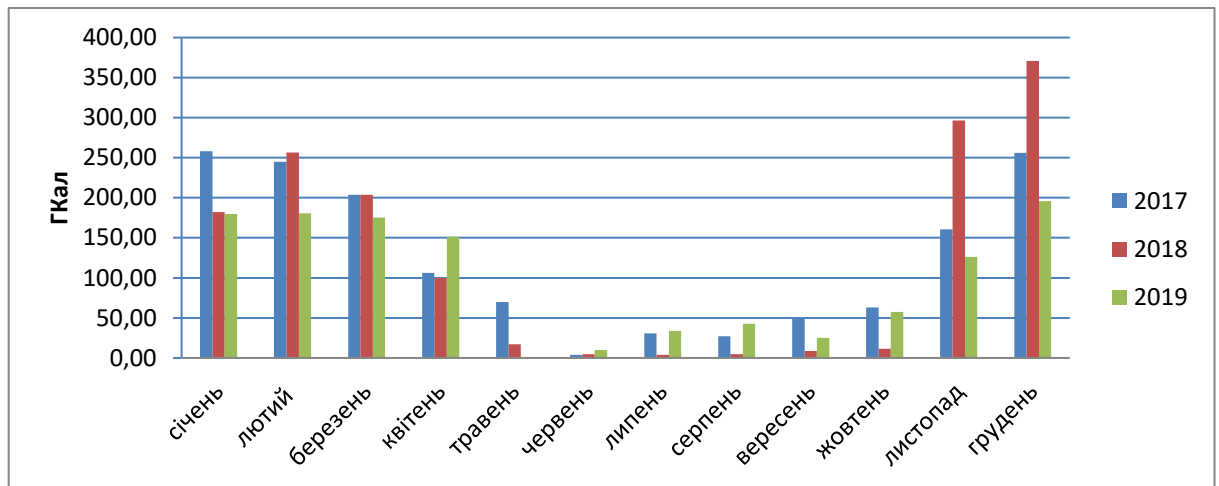


Рисунок 1.4 – Динаміка споживання теплової енергії за 2017-2019 рр.

Теплова енергія використовується для опалення будинку, відповідно споживається лише в опалювальний період. Через відсутність індивідуального регулювання, тепла енергія споживається практично рівномірно, незалежно від того чи проживає хто в кімнаті чи ні. Це призводить до нераціонального використання тепла, оскільки щоб забезпечити комфортні умови у квартирах в періоди підвищення зовнішньої температури, мешканці змушені відкривати вікна, що веде до значних і не виправданих втрат теплоти.

Динаміку споживання холодної води за місяцями зображено на рисунку 1.5.

Холодна вода використовується на технічні, санітарно-гігієнічні потреби, та для приготування їжі.

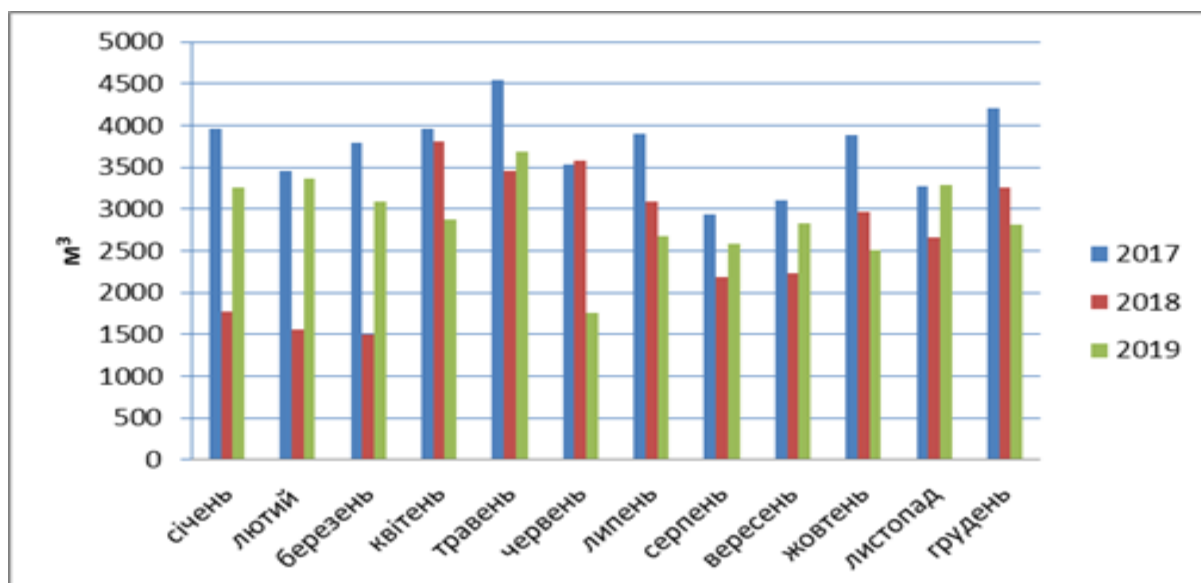


Рисунок 1.5 – Динаміка споживання холодної води за 2016-2018 рр.

Висновки до розділу

Гуртожиток має досить типові проблеми об'єктів 80-х років часів забудови, будівля має значний потенціал енергозбереження і потребує термомодернізації. Кошти, які сплачуються за енергоресурси та невідповідність умов в приміщеннях нормативним вказують на доцільність впровадження заходів по зменшенню енергоспоживання. Впровадження комплексу заходів для об'єкту дослідження дозволить значно зменшити витрати та енергоресурси, та забезпечить комфортні умови проживання.

2 ІНЖИНІРИНГ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ ГУРТОЖИТКУ

2.1 Дослідження огорожувальних конструкцій гуртожитку

2.1.1 Існуючий стан та теплофізичні характеристики огорожувальних конструкцій

Теплотехнічний розрахунок є детальним розрахунком втрат теплоти через зовнішні ОК (огорожувальні конструкції) з врахуванням втрат теплоти за рахунок інфільтрації. Розрахунок базується на врахуванні теплоізоляційних властивостей матеріалів, з яких виконаний огорожувальні конструкції, орієнтації відповідно до сторін світу. Усі геометричні розміри, що використовуються у розрахунках, є фактичними та визначеними за допомогою вимірювань. Теплофізичні коефіцієнти взяті з довідкової літератури.

Втрати теплоти, кВт, через огорожувальні конструкції будівлі визначаються за формулою:

$$Q = F \cdot K \cdot (t_{\text{вн.}} - t_{\text{р.о.}}) \cdot (1 + \Sigma\beta) \cdot n, \quad (2.1)$$

де F – площа огорожувальних конструкцій, м^2 ;

K – коефіцієнт теплопередачі, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$;

$t_{\text{вн.}}$ – температура всередині приміщення, $t_{\text{вн.}} = 18^\circ\text{C}$ [1];

$t_{\text{р.о.}}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, приймається рівною температурі найхолоднішої п'ятиденки, $t_{\text{р.о.}} = -22^\circ\text{C}$ для I температурної зони, в якій знаходиться місто Київ [2];

$\Sigma\beta$ – сумарні додаткові втрати теплоти у відсотках від основних тепловтрат [1];

n – коефіцієнт, який враховує зменшення розрахункової різниці температур, залежить від положення зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції по відношенню до зовнішнього повітря [3].

Всі значення, використані та отримані під час розрахунків коефіцієнтів теплопередачі огорожувальних конструкцій, для наочності зведені у табл. 2.2.

Опір теплопередачі термічно однорідного непрозорого огородження розраховується за формулою:

$$R_{\text{ст}} = \frac{1}{\alpha_3} + \frac{\delta_{\text{шт}}}{\lambda_{\text{шт}}} + \frac{\delta_{\text{цегл}}}{\lambda_{\text{цегл}}} + \frac{\delta_{\text{пл}}}{\lambda_{\text{пл}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}},$$

де $\alpha_{\text{вн}}$ – коефіцієнт тепловіддачі з внутрішньої сторони будівлі [2];

$\delta_{\text{цегл}}$ – товщина шару цегли;

$\lambda_{\text{цегл}}$ – коефіцієнт теплопровідності цегли;

$\delta_{\text{шт}}$ – товщина одного шару штукатурки;

$\lambda_{\text{шт}}$ – коефіцієнт теплопровідності штукатурки;

$\delta_{\text{пл}}$ – товщина одного шару плитки;

$\lambda_{\text{пл}}$ – коефіцієнт теплопровідності плитки;

α_3 – коефіцієнт тепловіддачі з зовнішньої сторони будівлі [2].

Коефіцієнт теплопередачі стіни, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, визначатимемо за формулою:

$$K_{\text{з.ст.}} = \frac{1}{R_{\text{з.ст.}}}, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}. \quad (2.2)$$

Значення опору теплопередачі всіх огорожувальних конструкцій та порівняння їх з нормативними значеннями [2] наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Опір теплопередачі огорожувальних конструкцій

Вид огорожувальної конструкції	Значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції ($\text{м}^2 \cdot \text{К}$)/Вт		Площа А, м^2
	існуюче приведенне значення	мінімальні вимоги	
Зовнішні стіни	1,09	3,3	3929,92
Горищні перекриття неопалювальних горищ	1,63	4,95	1195
Перекриття над неопалювальним підвалом	0,28	3,75	1195
Світлопрозорі огорожувальні конструкції	0,41	0,75	845,72
Зовнішні двері	0,35	0,6	28,1

Зовнішні стіни будівлі виконані з силікатної цегли товщиною 0,63 м, шару цементно-піщаної штукатурки товщиною 0,01 м та плитки 0,01 м. Зовнішній фасад має декілька незначних пошкоджень, зокрема опадання плитки.

Вікна у житловому будинку виконані з подвійним склінням у дерев'яних та металопластикових склопакетах. Загалом можна виділити два типи вікон: дерев'яні вікна, металопластикові вікна,:

Будівля має плаский дах, що складається з залізобетонних плит які вкриті шаром руберойду та утеплена шаром керамзиту. Площа даху – 1195 м².

1 шар: залізобетонна плита товщина $\delta_{ЗБ}=0,22$ м;

2 шар: руберойд товщина $\delta_P=0,005$ м;

3 шар: керамзит товщина $\delta_{КЕР}=0,2$ м.

В житлового будинку встановлено 3 типи дверей:

Двері типу 1 (залізні), двері типу 2 (пластикові), двері типу 3 (дерево):

Підлога має площу 1195 м² та розташована над неопалювальним приміщенням.

Розподіл втрат теплової енергії наведено на рисунку 2.1.



Рисунок 2.1 – Втрати теплової енергії

Втрати теплоти через огорожувальні конструкції розраховано та наведено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Втрати теплоти через огорожувальні конструкції

ОК	Тип	Орієнтація ОК	Площа ОК, м²	$K, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$	$\Delta t, \text{ }^\circ\text{C}$	n	$\frac{1+\Sigma}{\beta}$	$Q_o, \text{ Вт}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
ЗС	Цегляні	Пд	1644,6	1,09	40	1	1,05	75306,33	
		Зх	296,2			1	1,1	14209,87	
		Пн	1689,9			1	1,15	84753,75	
		Сх	299			1	1,15	14999,70	
В	Метало пластик	Пд	68,2	1,92		1	1,05	37184,28	
		Зх	1,4			1	1,1	1258,40	
		Пн	31			1	1,15	42149,80	
		Сх	1,4			1	1,15	1315,60	
	Дерев'яні	Пд	354,1	2,5	1	1,05	5511,69		
		Зх	11,4		1	1,1	121,00		
		Пн	366,5		1	1,15	2749,38		
		Сх	11,4		1	1,15	126,50		
Д	Залізні	Пд	2,46	3,45	40	1	1,05	356,28	
		Зх	2,87			1	1,1	435,45	
		Пн	2,87			1	1,15	455,24	
	Пластико ві	Пд	13,94			1,54	1	1,05	900,74
		Дерев'яні	Пд			5,45	5,56	1	1,05
	Дах	-	-			1195	0,614	0,9	
Підлога	-	-	1195	3,55		0,6	-	101843,27	
							$Q_{\Sigma \text{ОК}}$	413496 Вт	

2.1.2 Тепловізійне обстеження

Проведено тепловізійну зйомку з метою виявлення місць найбільших теплових втрат.

Температура зовнішнього середовища на момент зйомки: 4 °С

Середня температура в квартирах: 18 °С; в під'їздах : 10 °С; в підвалі: 12°С.

Погодні умови: без опадів. Сонячна активність за останні 12 годин відсутня.

Знімки представлено на рисунках 2.2-2.3.

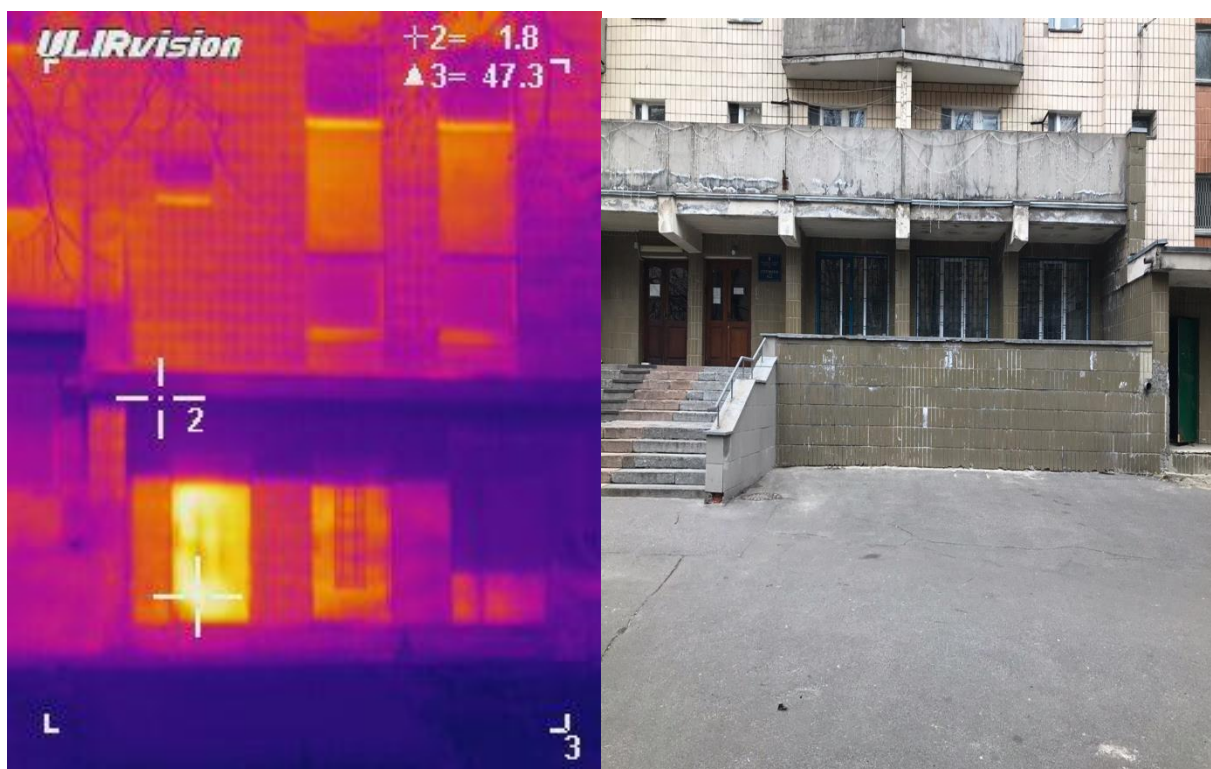


Рисунок 2.2 – Південний фасад

Опис: Спостерігаються значні втрати тепла через огорожувальні конструкції по всій площі фасаду, особливо відчутні втрати тепла через дверні огороження.

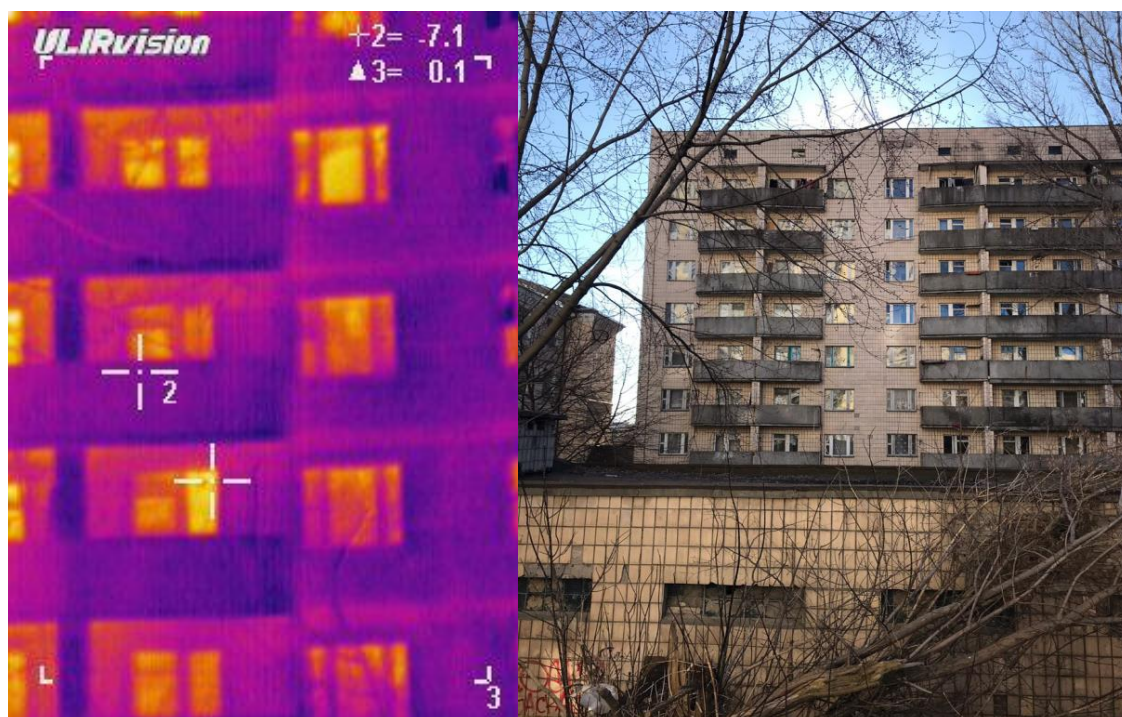


Рисунок 2.3 – Віконні конструкції

Опис: Спостерігаються значні втрати тепла через застарілі віконні конструкції.

В результаті тепловізійного обстеження огорожувальних конструкцій будівлі була отримана інформація, що дозволяє об'єктивно оцінювати «проблемні місця» зовнішньої конструкції.

Отримані результати не залежать від суб'єктивних характеристик оператора і визначаються лише параметрами використовуваного апарату.

За результатами зовнішнього тепловізійного обстеження можна стверджувати наступне:

Теплове поле фасадів нерівномірне зі значними перепадами по площині.

Виявлено значні дефектні зони, які зачно погіршують теплоізоляційні характеристики огорожувальних конструкцій.

Підвищені тепловтрати через світло-прозорі конструкції.

Вцілому за результатами обстеження можна зробити висновок, що рівень теплового захисту огорожуючих конструкцій не відповідає нормативним вимогам.

2.2 Дослідження інженерних мереж

Система опалення:

Однотрубна, залежна схема підключення системи опалення до теплових мереж. Систему опалення будівлі було обладнано автоматичною системою регулювання теплового потоку (ІТП) з циркуляційним насосом. Існуюча теплоізоляція (або азбестова, або скловата покрита шаром руберойду) трубопроводів та запірної арматури системи опалення знаходиться в незадовільному стані, через значний термін її використання. Теплоносій - вода.

Внутрішня система опалення:

В гуртожитку однотрубна схема опалення з байпасами на опалювальних приладах (рисунок 2.4). Використання такої схеми не дає можливості

контролювати споживання теплової енергії і здійснювати будь-які кроки по регулюванню системи тепlopостачання відносно погодніх умов.



Рисунок 2.4 – Радіатор системи опалення у квартирах

Вентиляція природня, через нещільності та шляхом відкривання вікон.
Система охолодження відсутня.

Система гарячого водопостачання:

Гаряче водопостачання здійснюється від центральних теплових мереж.

Система освітлення: Система освітлення будівлі представлена лампами різного типу. Система освітлення місць загального користування складається переважно з ламп розжарювання та люмінісцентних ламп. Керування в місцях загального користування в ручному режимі.

2.3 Шляхи підвищення ефективності використання системи тепlopостачання

Основним шляхом підвищення ефективності використання енергії в будівлі є зменшення втрат з огорожуючих конструкцій та термомодернізація. Підвищення енергоефективності передбачає наступні кроки:

1. Облік та моніторинг спожитої теплової енергії;

2. Визначення найбільшого споживача енергії, розробка заходів з підвищення його енергоефективності, та впровадження;
3. Утеплення огорожувальних конструкцій, заміна вікон, дверей;
4. Регулювання теплового потоку в залежності від погодніх умов, графіка роботи.

Встановлення лічильників дає змогу сплачувати лише за реально спожиту теплову енергію.

Утеплення огорожувальних конструкцій дає змогу суттєво зменшити втрати теплової енергії. В цілях довговічності, ефективності і безпеки рекомендується як утеплювач використовувати мінеральну вату.

Для підвищення ефективності використання системи тепlopостачання важливим є регулювання теплового потоку в системі. В залежності від місця та площі на якій відбувається регулювання буває [4]:

–Центральне (Central regulation) – це регулювання подачі теплоти на ТЕЦ, у районній чи виробничій котельні, тобто в центрі її приготування.

–Місцеве регулювання (Local regulation) передбачають в тепловому пункті.

–Індивідуальне (Individual regulation) – біля кожного опалювального приладу.

Комфортні умови в приміщенні можна забезпечити тільки за рахунок індивідуального регулювання. Але виключно індивідуальним регулюванням неможливо ефективно підтримувати необхідну потужність. Центральне регулювання застосовують всюди, місцеве – в основному в перехідному режимі для існуючих систем, використання індивідуального регулювання для нових систем опалення є обов’язковою умовою [4].

Подачу теплоти можна регулювати, змінюючи витрату теплоносія або його температуру. При зміні температури регулювання буде якісним, а при зміні витрати – кількісним. При одночасній зміні витрати і температури – якісно-кількісним [4].

Регулювання може бути автоматичним або ручним.

Для індивідуального ручного регулювання теплового потоку опалювальних приладів застосовують крани та вентилі. При водяному опаленні з розрахунковою

температурою води нижче 100°C для індивідуального регулювання використовують крани різної конструкції. В однотрубних системах водяного опалення обов'язковою умовою є наявність бойпасу, за його відсутності та при прикритті крану на опалювальному приладі, весь гарячий теплоносій не буде поступати до наступних по стояку радіаторів, що є додатковим опором [5], та причиною низької температури повітря на нижніх поверхах будівлі.

Для індивідуального автоматичного регулювання застосовують регулятори прямого і непрямого дії. Принцип роботи індивідуального терморегулятора прямої дії заснований на використанні явища зміни об'єму рідини при зміні її температури. Зміна об'єму рідини в термобалоні безпосередньо викликає переміщення клапана регулятора в потоці основного теплоносія. В індивідуальних регуляторах температури непрямої дії зазвичай використовується електрична енергія для нагрівання термобалона зменшеного обсягу, який, у свою чергу, пов'язаний зі штоком регулюючого клапана, в інших конструкціях електрична енергія використовується для управління соленоїдним вентилем двохпозиційного дії [5].

Одним із найбільш дієвих методів регулювання енергоспоживання є встановлення індивідуального теплового пункту (ІТП). ІТП дозволяє здійснювати регулювання споживання теплової енергії залежно від погодних умов, враховує особливості будівлі та забезпечує подачу в опалювальні прилади саме тої кількості теплоносія, яка потрібна в цей момент для підтримання нормативних умов.

2.4 Пропозиції щодо енергозбереження

Для збереження та підвищення ефективності використання теплової енергії було запропоновано, та економічно обґрунтовано впровадити технічні заходи з енергозбереження:

1) Утеплення зовнішніх стін

Термічний опір стін значно нижчий за нормативну величину. Для того щоб забезпечити мінімально допустиме значення опору теплопередачі зовнішньої

стіни, застосуємо додатковий шар теплової ізоляції.. В якості утеплювача пропонується використовувати мінераловатні плити (рисунок 2.5).



Рисунок 2.5 – Утеплювач на основі мінеральної вати

Утеплювач на основі мінеральної вати має ряд переваг:

- Стійкість до високих температур. Починають плавитися і загораються при тривалому впливі (понад дві години) температури більше 1000 °С.
- Паропроникність. Мають здатність виводити зайву вологу.
- Довговічність. Мають високу щільність, стійкі до механічних пошкоджень і за умови дотримання технології встановлення термін експлуатації сягає 30-40 років.
- Звукоізоляція. Зменшують рівень шуму, що надходить з вулиці.

Для забезпечення нормативного значення опору теплопередачі необхідно використовувати мінераловатні плити товщиною 0,15 м.

2) Утеплення перекриття що межує з технічним поверхом

Дах будівлі межує з технічним поверхом. Значення опору теплопередачі значно менше за нормативне, додаткова тепла ізоляція дозволить зменшити наднормові втрати тепла через дах будівлі, враховуючи значний термін експлуатації будівлі додатково необхідно буде провести гідроізоляцію.

Для забезпечення нормативного значення опору теплопередачі необхідно використовувати утеплювач товщиною 0,15 м.

3) Утеплення підлоги

Середній коефіцієнт теплопередачі підлоги значно перевищує розрахунковий нормативний коефіцієнт теплопередачі [1].

Додаткова тепла ізоляція дозволить зменшити наднормові втрати тепла через підлогу будівлі. Обираємо утеплювач мінераловатні плити товщиною з коефіцієнтом теплопровідності. Також, врахуємо необхідність гідроізоляції підлоги та застосуємо шар руберойду, товщиною 5 мм.

4) Заміна старих вікон на енергозберігаючі

При обстеженні об'єкту було помічено близьку до мінімально допустимої температури в коридорах приміщення. Це можливо пояснити тим, що основна частина опалювальних приладів знаходиться в житлових кімнатах, а вікна коридорів старі і не відповідають сучасним вимогам по термічному опору [1].

Пропонується виконати заміну існуючих вікон на двокамерні металопластикові (показано на рисунку 2.5), що дозволить зменшити складову втрат теплоти шляхом теплопередачі та інфільтрацією повітря через нещільності.

$$R_{q\min} = 0,41, \frac{m^2 \cdot K}{Bm} \quad K_{q\min} = 1,33 \frac{Bm}{m^2 \cdot K}.$$

Капіталовкладення, витрати на заміну вікон з урахуванням монтажних робіт та улаштування відкосів приймаємо 2500 грн/м², враховуючи що влаштування відкосів буде проводити служба головного енергетика КП, К = 135000 грн.



Рисунок 2.5 – Вікно що відповідає нормативному опору теплопередачі

Капіталовкладення, необхідні для заміни всіх старих вікон, включають ціну нових вікон та затрати на монтаж, 3900грн/м².

Підвищення теплозахисних характеристик зовнішньої оболонки будівлі зокрема встановлення металопластикових вікон призведе до зменшення природного повітрообміну, а відповідно знизить якість внутрішнього повітря. Модернізацію системи вентиляції рекомендується виконати шляхом встановлення у квартирах локальних припливно-витяжних вентиляційних установок з рекуператорами та повітропідігрівачами.

5) Утеплення трубопроводів системи опалення

Трубопроводи системи опалення знаходять в неопалювальних приміщеннях. Існуюча теплова ізоляція знаходиться в незадовільному стані через значний термін її експлуатації та потребує заміни.

Пропонується виконати теплоізоляцію трубопроводів з використанням ізоляційного матеріалу, що має одностороннє фольгування та самоклеючу основу (рисунок 2.6).



Рисунок 2.6 – Мінеральна теплоізоляція для труб з фольгою

Вартість утеплювача – 500 грн/м. В неопалювальному просторі розташовані 2 трубопроводи по 89 м, що потребують ізоляції.

б) Встановлення рекуператорів з утилізацією теплоти

При проведенні енергетичного аудиту гуртожитку були проведені виміри концентрації вуглекислого (CO_2), параметрів температури та вологості повітря. Температура в кімнатах де проживають люди перевищуються нормативні значення тільки на останніх поверхах гуртожитку, але беручи до уваги те, що вимірювання проводились в найбільш спекотну частину дня, і відхилення від нормативної температури є припустимим по довжині відхилення по відношенню до годин зайнятості та загальної кількості годин в кімнатах знаходяться в допустимих нормах. Концентрації CO_2 в кімнатах, де перебувають люди, значно перевищують нормативні значення.

Також потрібно врахувати, що з урахуванням проведеної термомодернізації зовнішніх огорожень складова природнього повітрообміну суттєво знизиться, що з урахуванням специфіки даної будівлі (майже в кожній кімнаті – діти дошкільного віку) значно вплине на якість повітря в приміщенні.

Встановлення припливно-витяжного рекуператора вирішує проблему підвищеної концентрації CO_2 , забезпечує комфортні умови для проживання, та завдяки рекуперації тепла дає змогу утилізувати теплоту витяжного повітря в опалювальний період року.

Монтаж рекуператора становить в одній кімнаті 300 грн, вартість рекуператора 5750 грн, при цьому за опалювальний період буде економити

543 грн, і одночасно забезпечить нормативний повітрообмін, що забезпечить комфортні умови для жителів гуртожитку.

Для зручності зведемо розрахунки економії та термінів окупності заходів у таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 – Результати розрахунків заходів з енергозбереження

№	Захід з енергозбереження	ΔQ , Гкал	ΔE , грн/рік	$T_{ок.}$, роки
1	Утеплення зовнішніх стін	449,5	596043	10,88
2	Утеплення даху	32,2	42670	25
3	Утеплення підлоги	128,3	170141	7
4	Заміна вікон на нові енергоефективні	67,6	89642	23,6
5	Теплоізоляція трубопроводів системи опалення	68,22	90332	1,28
6	Встановлення рекуператорів з утилізацією теплоти	0,44	593	10,4

2.5 Дослідження системи електропостачання

2.5.1 Аналіз сучасного стану постачання електричної енергії

Постачальником електроенергії є ТОВ «КИЇВСЬКІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПОСЛУГИ» [6], межа балансової належності між будівлею та постачальною організацією проходить на підстанції. Експлуатаційна відповідальність за технічне обслуговування та ремонт ТП належить енергопостачальній організації, параметри системи електропостачання: напруга – 380 В, частота – 50 Гц, 3 фази. Від ТП №640 до гуртожитку прокладається двома кабелями АВВГ (4×150). Споживання електричної енергії нерівномірне протягом року, оскільки тривалість світлового дня впродовж року різна і, відповідно, час використання штучного освітлення різних.

Проаналізуємо річну споживання електроенергії між будівлями за 2017, 2018 та 2019 роки. Для аналізу згідно варіанту обираємо гуртожитки НТУУ «КПІ ім І.Сікорського». Вихідні дані зведемо у таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 – Річне електроспоживання будівлями за 2017, 2018, 2019

Найменування об'єкта	Кількість студентів, що навчаються в будівлі (мешкають у гуртожитку)	Об'єм будинку, м ³	Спожита за рік ел. енергія кВт·год	
Гуртожиток 1	474	25395	323 220	2019
Гуртожиток 3	172	17338	155 640	
Гуртожиток 4	527	28038	382 620	
Гуртожиток 6	324	13992	179 055	
Гуртожиток 7	354	12944	230 626	
Гуртожиток 8	550	20387	355 480	
Гуртожиток 9	150	26994	195 520	
Гуртожиток 10	535	20189	360 814	
Гуртожиток 11	230	13351	181 240	
Гуртожиток 12	509	18024	273 388	
Гуртожиток 13	517	20291	354 370	
Гуртожиток 14	513	19999	324 860	
Гуртожиток 15	537	30752	491 643	
Гуртожиток 16	740	25173	470 180	
Гуртожиток 17	0	25877	228 319	
Гуртожиток 18	1220	55585	868 680	
Гуртожиток 19	1053	58087	698 760	
Гуртожиток 20	1226	61726	803 400	
Гуртожиток 21	0	25877	425 780	
Гуртожиток 22	0	25877	394 160	
Гуртожиток 1	474	25395	323 125	2018
Гуртожиток 3	172	17338	166 960	
Гуртожиток 4	527	28038	386 220	
Гуртожиток 6	324	13992	182 195	
Гуртожиток 7	354	12944	243 325	
Гуртожиток 8	550	20387	359 960	
Гуртожиток 9	150	26994	188 420	

Продовження таблиці 2.4

Гуртожиток 10	535	20189	376 842	2018
Гуртожиток 11	230	13351	184 640	
Гуртожиток 12	509	18024	289 803	
Гуртожиток 13	517	20291	365 170	
Гуртожиток 14	513	19999	327 152	
Гуртожиток 15	537	30752	459 670	
Гуртожиток 16	740	25173	463 698	
Гуртожиток 17	0	25877	232 784	
Гуртожиток 18	1220	55585	925 080	
Гуртожиток 19	1053	58087	761 400	
Гуртожиток 20	1226	61726	813 600	
Гуртожиток 21	0	25877	474 910	
Гуртожиток 22	0	25877	398 100	2017
Гуртожиток 1	474	25395	157 140	
Гуртожиток 3	172	17338	64 824	
Гуртожиток 4	527	28038	185 700	
Гуртожиток 6	324	13992	90 185	
Гуртожиток 7	354	12944	115 615	
Гуртожиток 8	550	20387	171 680	
Гуртожиток 9	150	26994	88 500	
Гуртожиток 10	535	20189	181 228	
Гуртожиток 11	230	13351	93 280	
Гуртожиток 12	509	18024	134 933	
Гуртожиток 13	517	20291	171 670	
Гуртожиток 14	513	19999	156 924	
Гуртожиток 15	537	30752	216 047	
Гуртожиток 16	740	25173	219 795	
Гуртожиток 17	0	25877	131 478	
Гуртожиток 18	1220	55585	446 160	
Гуртожиток 19	1053	58087	377 760	
Гуртожиток 20	1226	61726	423 630	
Гуртожиток 21	0	25877	234 930	
Гуртожиток 22	0	25877	191 820	

Для наочності побудуємо графік річного електроспоживання між гуртожитками на рисунку 2.7.

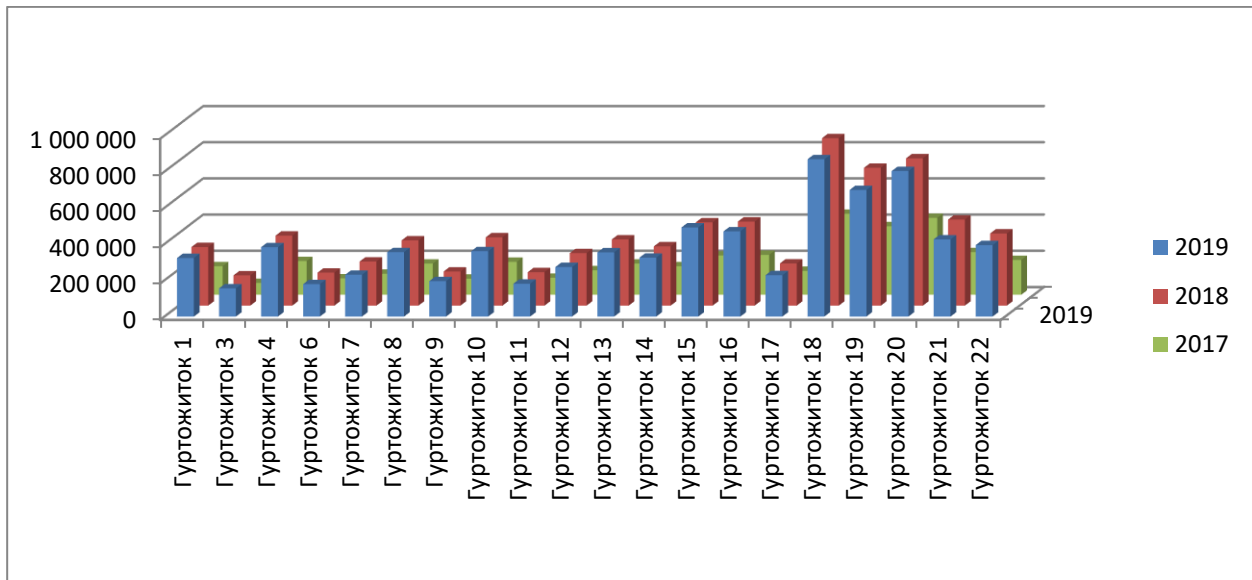


Рисунок 2.7 – Електроспоживання між гуртожитками за 2017, 2018, 2019 роки

За допомогою комп'ютерної програми STATISTICA проведемо кластеризацію будівель, за ознаками річне електроспоживання, площа будівлі, кількість жителів в гуртожитку. Вихідні дані показано на рис. 2.8.

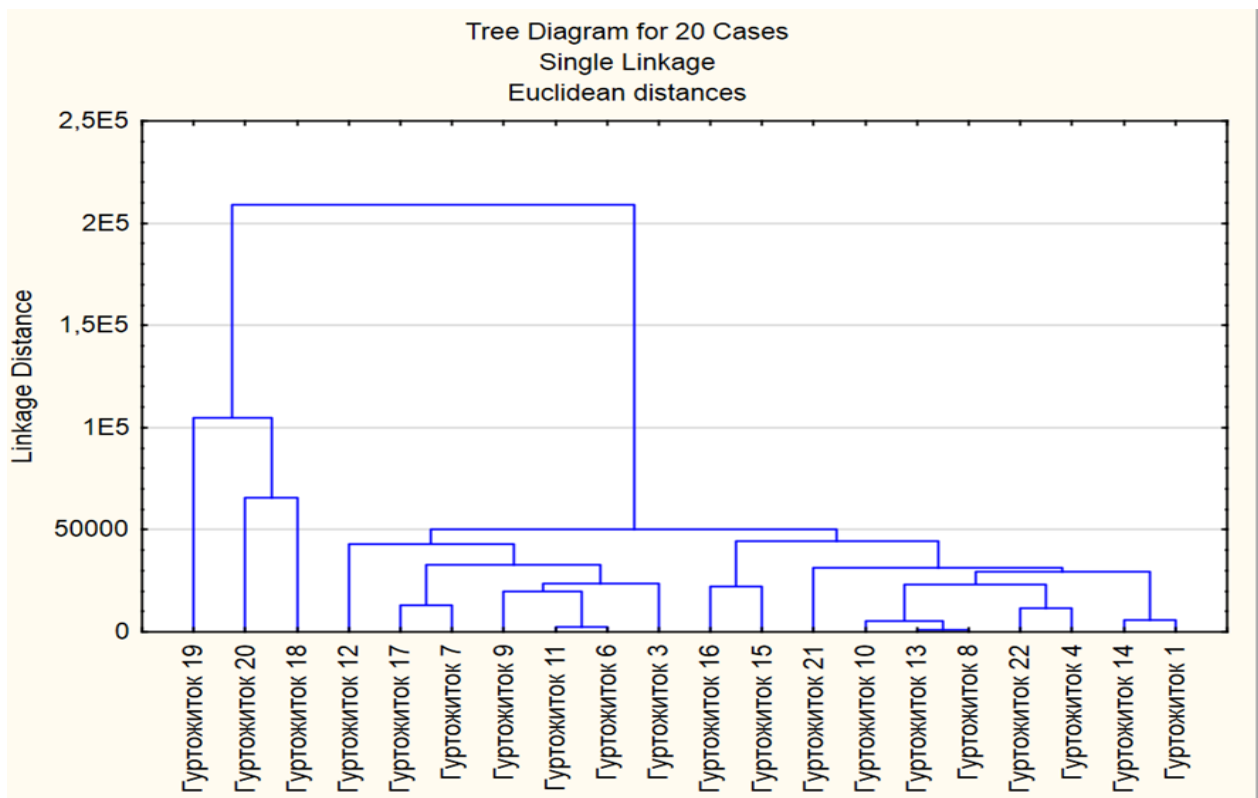


Рисунок 2.8 – Кластеризацію гуртожитків за 2017, 2018, 2019 роки

Виконавши кластерний аналіз отримаємо групи об'єктів яких схожі за характеристиками. Як ми можемо спостерігати гуртожиток №22 об'єднався в один кластер з гуртожитком №4, та утворює один кластер з гуртожитками № 13, 8, 10, 14, 1, 21, 15, 16. Найбільший вплив на енергосистему мають гуртожитки до 19 є 18 та 20.

За результатами дендрограми бачимо, що гуртожиток не виступає окремим кластером, а отже і не має суттєвого впливу на енергосистему. Це слід враховувати при впровадженні можливих заходів з регулювання навантаження в години пік.

2.5.2 Аналіз поточного технічного стану системи електропостачання

Будівля була збудована в 1986 році, термін експлуатації електропроводки 34 роки, за цей період не проводилося модернізацій.

Живлення об'єкту здійснюється через ввідно розподільний пристрій, де стоять два лічильники технічного обліку. Один лічильник являється технічним обліком для житлових кімнат, інший для освітлення та силового обладнання. З лічильників кабельна лінія через дах розводиться на 7 стояків до щитових. З щитової розгалуження на кімнати, де стоять технічні лічильники на кожну кімнату. До кімнати встановлені ввідні автоматичні пристрої та групові автомати. Управління освітленням в місцях загального користування здійснюється автоматами в щитових.

Об'єкт відноситься до категорії гуртожитки (які підпадають під визначення «населення, яке розраховується з енергопостачальною організацією за загальним розрахунковим засобом обліку»). Облік електричної енергії здійснюється за допомогою електролічильника.

Плату за електроенергію мешканці платять за показами лічильників встановлених на щитових, а вся інша спожита електроенергія в гуртожитку включається до квартплати. Тарифи [7] станом 01.11.20 наведено у табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Тарифи на електроенергію

Споживач		Тарифи на електроенергію, коп./кВт·год		
		без ПДВ	ПВД	з ПДВ
Електроенергія, що відпускається Населенню	за обсяг, спожитий до 100 кВт·год електроенергії на місяць (включно)	75	15	90
	за обсяг, спожитий понад 100 кВт·год електроенергії на місяць	140	28	168
Електрична енергія, яка витрачається на технічні цілі та освітлення дворів, східців		140	28	168

Для реалізації завдання складемо електробаланс постачання і споживання електричної енергії. Усереднене споживання за 2017-2019 роки становить 372120 кВт·год, електробаланс занесено до табл. 2.6.

Таблиця 2.6 – Електричний баланс за 2019 рік

	Встановлена потужність, кВт	Кіл-сть, шт	Загальна потужність, кВт	Коефіцієнт використання	Річне споживання, кВт·год
Люмінесцентні лампи	0,018	129	2,3	0,30	6102,2
Лампи розжарення	0,075	720	54,0	0,30	35478,0
Ноутбук	0,06	180	10,8	0,40	7884,0
Принтер	0,4	50	20,0	0,20	730,0
Чайник	2	180	360,0	0,40	26280,0
Холодильник	0,15	180	18,0	0,25	59130,0
Пральна машина	0,5	180	90,0	0,20	6570,0
Фен	1,7	150	255,0	0,10	2792,3
Пилосос	1,5	180	270,0	0,20	3942,0
Плита	8,5	180	1530,0	0,20	201042,0
Ліфт	6	2	12,0	1,00	39420,0
Всього					389370,5

Загалом стан системи електропостачання будівлі задовільний, але перед впровадженням будь-яких заходів слід врахувати значний термін експлуатації

системи, адже будівля побудована в 1986 році і суттєвих модернізацій з того часу не проводилося.

2.5.3 Шляхи підвищення ефективності використання системи електропостачання для забезпечення електричною енергією

У загальному комплексі проблем розвитку електроенергетики України важливе місце в умовах дефіциту паливно-енергетичних ресурсів займає енергозбереження на різних системах електроспоживання.

Одним із перспективних є встановлення додаткового генерування електричної енергії із застосуванням альтернативних джерел енергії. Враховуючи, що будівля знаходиться в центрі міста Київ, найбільш реальним є встановлення сонячних панелей. Дах будинку плоский, має площу 1120 м², дах має 2 технічні приміщення, тому вільна площа складає 900 м², але так як до фотоелементів необхідний доступ, можна встановити сонячних станцій на площу 345 м². Не залежно від типу, кута, та концентрації сонячних панелей на даху гуртожитку генеруюча потужність додаткового джерела буде недостатньою для покриття власного споживання. Але згенерована електрична енергія може бути частково використана для забезпечення потреб будівлі. Одним із прикладів може бути:

Забезпечення потреб освітлення в місцях загального користування;

Можливо встановити акумулюючі батареї, для акумулювання вдень та використовувати для споживання електричної енергії в нічний час;

Використання енергії для живлення двигунів ліфтів;

Використання для живлення рекуператорів тепла після термомодернізації будинку.

Використання електричної енергії для живлення теплових насосів «повітря-повітря», що будуть забезпечувати частковий підігрів в зимовий період, та охолодження в літній.

Використання електричної енергії для нагріву води в бойлерах, для часткового задоволення потреби ГВП.

2.5.4 Пропозиції щодо модернізації системи електропостачання

На момент проведення енергетичного аудиту термін експлуатації будівлі складає 34 роки, при цьому модернізації електрообладнання не проводилось.

В гуртожитку встановлені лампи розжарювання, тому пропонується замінити їх на більш енергоефективні [8].

На цокольному поверсі є коридори встановлені лампи розжарювання, так як на цьому поверсі проходить не більше 10 людей за добу, а система освітлення працює 24 години 365 діб на рік, то пропонується встановити датчики руху для системи освітлення.

1) Заміна електричної проводки.

На сьогоднішній день стан електропроводки у будинку незадовільний, оскільки у квартирах все більше нових, сучасних електроприладів, навантаження на електромережу, в порівнянні з тими, які були актуальними на момент побудови будинку, збільшилися в кілька разів. Також термін експлуатації електропроводки приблизно 20 років, потім ізоляція починає руйнуватися і це може стати причиною короткого замикання та виникненню пожежі. Тому пропонується провести повну її модернізацію.

Замінімо існуючий кабель на новий ВВГ-П ЗЗЦМ 2х2.5, ціна якого складає 12грн/м. Для однієї в середньому кімнати площею 22 м² потрібно 70 метрів кабелю. Таким чином щоб замінити проводку у всіх житлових кімнатах потрібно:

$$K = l \cdot n, \text{ м}, \quad (2.3)$$

де l – довжина кабелю для кімнати;

n – кількість квартир, шт.

Підставивши дані в формулу (3.6) отримаємо:

$$K = 70 \cdot 180 = 12600 \text{ м}. \quad (2.4)$$

Вартість всього кабелю буде складати:

$$. B = K \cdot \Pi = 12600 \cdot 12 = 151200 \text{ грн}, \quad (2.5)$$

де Π – вартість погонного меру кабелю, грн.

Монтажні роботи, та прокладання нової проводки потрібно робити під час капітального ремонту всього гуртожитку. Витрати для написання виконавчої документації складуть 15000 грн. Загальні витрати на заміну електричної проводки складуть 166200грн.

В даному випадку економії не буде, адже навантаження побутових та інших приладів не змінюється, проте цей захід є дуже важливим з точки зору протипожежної безпеки.

2) Заміна ламп розжарювання на LED лампи.

Загальна кількість ламп розжарювання, що встановлені в гуртожитку та потребує заміни 720 штук потужність 75 Вт. Середній час роботи кожної з них – близько 4 годин на добу. Тариф за спожиту електричну енергію становить 0,9 грн./кВт·год з ПДВ, [7].

Пропонуємо замінити існуючі та встановити 720 LED ламп ELCOR LED A65 15W E27 4200K потужністю 15 Вт.

Розрахунок втрат.

Кількість спожитої електроенергії LED лампами за рік

$$W_1 = T \cdot P_d \cdot n, \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}, \quad (2.6)$$

де T – час роботи лампи годин в році, год/рік;

P_d – активна потужність ламп, кВт;

n – кількість ламп, шт.

Розрахуємо кількість спожитої електроенергії, підставивши значення в формулу (2.6):

$$W_1 = 1460 \cdot 0.015 \cdot 720 = 15768 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}.$$

Кількість спожитої електроенергії лампами розжарювання за рік:

$$W = 1460 \cdot 0.075 \cdot 720 = 78840 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}.$$

Розрахунок річної економії, використаємо формулу:

$$E = \Delta W \cdot t = (W - W_1) \cdot t, \text{ грн/рік}, \quad (2.7)$$

де ΔW – зекономлена електроенергія, після встановлення LED лампочок, кВт · год/рік;

t – тариф на електричну енергію, грн/кВт · год, [7].

Розрахуємо річну економію в гривнях:

$$E = 63072 \cdot 0.9 = 56764,8 \text{ грн / рік.}$$

Витрати на введення в експлуатацію:

Монтаж освітлення проводиться штатним електриком, тому витрати на заміну лампочок відсутні.

$$B = n \cdot c_{\text{л}}, \text{ грн}, \quad (2.8)$$

де $c_{\text{л}}$ – вартість одної LED лампочки, 63 грн.

$$B = 720 \cdot 63 = 45360 \text{ грн.}$$

Монтаж освітлення проводиться штатним електриком, тому витрати відсутні.

Розрахуємо простий термін окупності:

$$C = B / E = 45360 / 56764,8 = 0,8 \text{ року.}$$

3) Встановлення датчиків руху для системи освітлення.

На цокольному поверсі є коридори встановлені лампи розжарювання, так як на цьому поверсі проходить не більше 10 людей за добу, а система освітлення працює 24 години 365 діб на рік, то пропонується встановити датчики руху для системи освітлення.

Встановлення датчиків руху дозволить, автоматично вмикати світло при присутності людей в коридорі, та автоматично вимикати освітлення в приміщенні при відсутності людей. Встановимо датчик Lemanso LM606 споживана потужність, 0,2 Вт.

Кількість спожитої електроенергії датчиками руху за рік:

$$W_1 = T \cdot P_{\text{д}} \cdot n, \text{ кВт · год / рік}, \quad (2.9)$$

де T – час роботи лампи годин в році, год/рік;

$P_{\text{д}}$ – активна потужність датчика руху, кВт;

n – кількість встановлених датчиків, шт.

Розрахуємо кількість спожитої електроенергії:

$$W_1 = 8760 \cdot 0.0002 \cdot 18 = 31.5 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}.$$

Кількість спожитої електроенергії лампами БК-75 за рік:

$$W = 8760 \cdot 0.075 \cdot 18 = 11826 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}.$$

Кількість спожитої електроенергії лампами після встановлення датчиків, та LED ламп. Так як після встановлення датчиків руху досить складно визначити час роботи лампу. Тому якщо прийнято, що на поверху не більше 10 людей за добу, час вимикання приладу 12 хвилин, тобто на добу при встановленні датчиків руху, система буде працювати в середньому 120 хвилин за добу, 730 годин/рік.

$$W_2 = 730 \cdot 0.015 \cdot 18 = 197 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}.$$

Розрахунок річної економії:

$$E = \Delta W \cdot t = (W - W_1 - W_2) \cdot t, \text{ грн/рік}, \quad (2.10)$$

де ΔW – зекономлена електроенергія, після встановлення датчиків руху та заміни лампочок, кВт·год;

t – тариф на електричну енергію, грн/кВт·год;

Розрахуємо річну економію в гривнях:

$$E = (11826 - 31.536 - 197) \cdot 0.9 = 10437,8 \text{ грн} / \text{рік}.$$

Витрати на введення в експлуатацію.

Монтаж датчиків руху системи освітлення буде проводиться підрядною організацією, так як необхідно виконувати роботи по монтажу окремої електромережі, для підключення приладів:

$$B = n \cdot (c_d + c_{пр} + c_{монт.}), \text{ грн}, \quad (2.11)$$

де c_d – вартість одного датчику руху, грн;

$c_{пр}$ – вартість електрокабелів для монтажу електромережі, грн;

$c_{монт}$ – вартість монтажу обладнання підрядною організацією, грн.

$$B = 18 \cdot (207 + 450 + 600) = 22626 \text{ грн}.$$

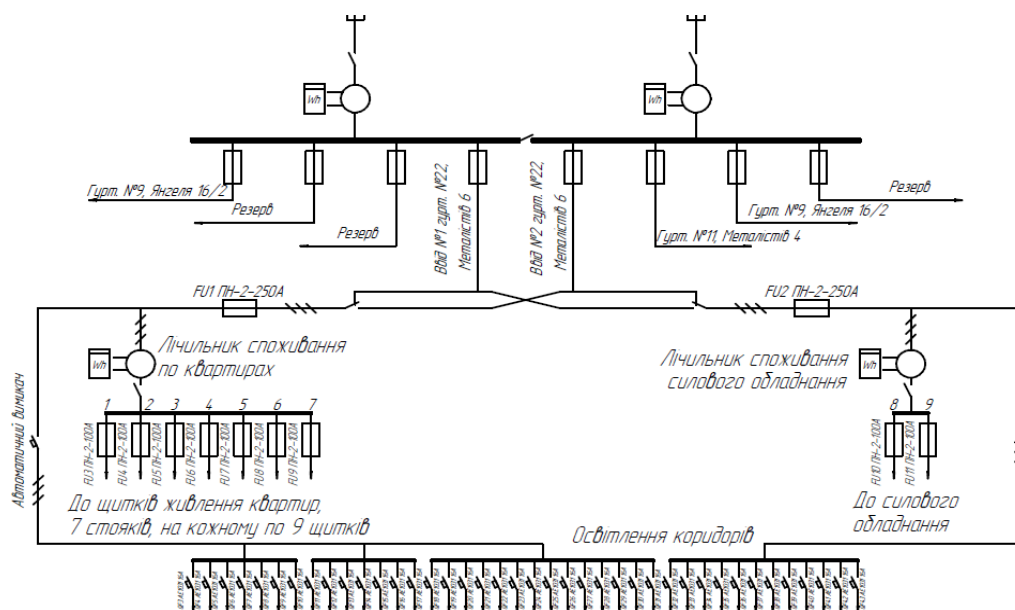
Оцінка простого терміну окупності:

$$T = B / E = 22626 / 10437,8 = 2,17 \text{ року.} \quad (2.12)$$

4) Заміна ввідно-розподільного пристрою.

На сьогоднішній день стан пуско-ввідної апаратури у будинку незадовільний, оскільки у квартирах все більше нових, сучасних електроприладів, навантаження на електромережу, в порівнянні з тими, які були актуальними на момент побудови будинку, збільшилися в кілька разів, тому ВРП спрямоване на захист користувача від загрози короткого замикання [9], перевантаження в мережі, а значить гарантує справність обладнання, що працює від електрики. Також заміна ВРП буде фундаментом для майбутньої модернізації системи електропостачання гуртожитку. Тому пропонується провести повну її модернізацію.

Як показано на рисунку 2.9 живлення об'єкту здійснюється через ввідно розподільний пристрій, де стоять два лічильники технічного обліку. Один лічильник являється технічним обліком для житлових кімнат, інший для освітлення та силового обладнання. З лічильників кабельна лінія через дах розводиться на 7 стояків до щитових. З щитової розгалуження на кімнати, де стоять технічні лічильники на кожну кімнату. До кімнати встановлені ввідні автоматичні пристрої та групові автомати. Управління освітленням в місцях загального користування здійснюється автоматами в щитових.



Рисунок

2.9 – Схема підключення гуртожитку №22 КПП ім І. Сікорського.

Ввідно-розподільний пристрій (ВРП) монтується в двох екземплярах, для окремих споживачів гуртожитку, один для живлення кімнат жителів гуртожитку, інший для системи освітлення та силового обладнання (ліфтів). Розподільні щити працюють з напругою 220-380 В в умовах змінного струму і стандартною частотою 50 Гц при обов'язковому заземленні.

Із зовнішнього боку ВРП виглядає як ящик зі сталі закритий з усіх сторін. В якому змонтовані контрольно-облікові автоматичні електроприлади, розраховані на роботу з певним споживачем. Устаткування може бути багатопанельним або багатосекційними, де кожна секція виконує свої завдання. ВРП має бути змонтоване в спеціально відведеному приміщенні на першому поверсі, де виключено проникнення сторонніх осіб. Ящики з приладами монтуються до стіни

Згідно зі встановленими стандартами, правильно підключений пристрій ВРП розрахований на високі показники ударного струму в разі короткого замикання до 50кА. Монтаж здійснюється згідно з електросхемою що додається до обладнання.

В даному випадку економії не буде, адже навантаження побутових та інших приладів не змінюється, проте цей захід є дуже важливим з точки зору протипожежної безпеки.

Висновки до розділу

Було проведено енергетичний аудит системи теплопостачання, було проведено обстеження: огорожуючої конструкції, системи опалення, ГВП, виявлено основні проблеми та запропоновано методи їх вирішення. Для збереження та підвищення ефективності використання теплової енергії було запропоновано, та економічно обґрунтовано впровадити технічні заходи з енергозбереження.

Аналізуючи існуючий стан системи постачання та споживання електроенергії, було виявлено основні проблеми та запропоновано методи їх вирішення. Для збереження та підвищення ефективності використання спожитої

електричної енергії було запропоновано впровадити наступні заходи: Заміна електричної проводки; Заміна ламп розжарювання на LED лампи – даний захід є ефективним з точки зору енергозбереження, та має невеликий термін окупності; Встановлення датчиків руху для системи освітлення – даний захід доцільно застосувати, щоб не використовувати освітлення в момент коли поблизу немає людей; Заміна ввідно-розподільного пристрою.

3 МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯМ

3.1 Огляд нормативно-правової бази у сфері ЖКГ та енергоефективності

Правові відносини у сфері ЖКГ регулюються законами України та підзаконними нормативно-правовими актами, Енергетичною стратегією України на період до 2030 року; також розроблено нові законопроекти та стандарти для стимулювання енергоефективності у бюджетних установах; організації енергоаудиту та енергоменеджменту [10].

У таблиці 3.1 наведені основні нормативно-правові акти та їх призначення.

Таблиця 3.1 – Огляд нормативно-правових актів

Нормативно-правовий акт	Призначення
1	2
Житловий кодекс [11]	Регулювання житлових відносин з метою забезпечення гарантованого Конституцією права громадян на житло, належного використання і схоронності житлового фонду, а також зміцнення законності в галузі житлових відносин.
Закон України «Про теплопостачання» [12]	Закон визначає основні правові, економічні та організаційні засади діяльності на об'єктах сфери теплопостачання та регулює відносини, пов'язані з виробництвом, транспортуванням, постачанням та використанням теплової енергії з метою забезпечення енергетичної безпеки України, підвищення енергоефективності функціонування систем теплопостачання, створення і удосконалення ринку теплової енергії та захисту прав споживачів та працівників сфери теплопостачання.
Закон України «Про електроенергетику» [13]	Закон визначає правові, економічні та організаційні засади діяльності в електроенергетиці і регулює відносини, пов'язані з виробництвом, передачею, постачанням і використанням енергії, забезпеченням енергетичної безпеки України, конкуренцією та захистом прав споживачів і працівників галузі
Закон України «Про альтернативні джерела енергії» [14]	Закон визначає правові, економічні, екологічні та організаційні засади використання альтернативних джерел енергії та сприяння розширенню їх використання у паливно-енергетичному комплексі.

Продовження таблиці 3.1

Закон України «Про енергозбереження» [15]	Закон визначає правові, економічні, соціальні та екологічні основи енергозбереження для всіх підприємств, об'єднань та організацій, розташованих на території України, а також для громадян
Закон України Закон України від 22.06.2017 "Про енергетичну ефективність будівель" [16]	Цей закон визначає правові, соціально-економічні та організаційні засади діяльності у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель і спрямований на зменшення споживання енергії у будівлях.
ДБН «Теплова ізоляція будівель» [17]	Ці норми встановлюють вимоги до показників енергоефективності та теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій (теплоізоляційної оболонки) будівель і споруд під час їх проектування, будівництва і порядку їх оцінювання з метою забезпечення раціонального використання енергоресурсів, забезпечення нормативних санітарно-гігієнічних параметрів мікроклімату приміщень, довговічності огорожувальних конструкцій під час експлуатації будівель.
ДБН «Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення» [18]	Поширюються на проектування нових і реконструкцію житлових будинків з умовною висотою до 100 м включно: багатоквартирні, у тому числі спеціалізовані квартирні житлові будинки для осіб похилого віку і сімей з інвалідами та гуртожитки.
ДСТУ «Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції та ГВП» [19]	Цей стандарт встановлює розрахунковий метод оцінки річного енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні будівель житлового та громадського призначення, що проектуються або експлуатуються.
ДСТУ «Настанова з виконання термомодернізації житлових будинків» [20]	Встановлення переліку та порядку проведення робіт з комплексної термомодернізації житлових будинків
ДСТУ «Будівельна кліматологія» [21]	Установлює кліматичні параметри, що використовують при проектуванні будинків та споруд, систем опалення, вентиляції, кондиціонування, складання енергетичного паспорта.
ДСТУ «Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанови щодо застосування» [22]	Цей стандарт є письмовий переклад ISO 50001:2011(E) «Energy management systems — Requirements with guidance for use». Цей стандарт установлює вимоги щодо розроблення, впровадження, підтримання в робочому стані та поліпшення системи енергетичного менеджменту, що призначена надати організації можливість реалізувати систематизований підхід до досягнення постійного підвищення рівня енергетичної ефективності, охоплюючи використання та споживання енергії (енергетичних ресурсів).

3.2 Моніторинг та аналіз енергоспоживання

Моніторинг енергоспоживання є одним з найперших і найважливіших складових енергетичного менеджменту, його використовують для проведення енергоаудиту. Проаналізувавши зібрану інформацію її оцінюють з точки зору економічної доцільності та ефективного використання енергетичних ресурсів. Основними даними для збору інформації може бути [23]:

- геометричні розміри будівлі, площі, об'єми її окремих складових;
- ресурсо- та енергоспоживання будівель за різні інтервали за видами ресурсів (тепло та електроенергія, холодна вода, ГВП) та потоків;
- характеристики, розміри та стан огорожувальних конструкцій будівель з урахуванням орієнтації по сторонах світу;
- умови теплопостачання (витрати, тиск, температури енергоносіїв, кількість енергії);
- дані щодо погодних умов (температура навколишнього повітря, сонячна радіація, хмарність) за різні інтервали (година, доба, місяць, рік) та умов мікроклімату приміщень(в тому числі їх добові коливання);
- інвентаризація обладнання (електрична потужність та тривалість роботи) і визначення величини теплонадходжень від їх використання;
- стан джерел теплопостачання, тепловпунктів, інженерних комунікацій, в тому числі: довжини та діаметри трубопроводів, стан ізоляції, кількість опалювальних пристроїв, регуляторів та ін., з визначенням кількості труб, обладнання та арматури у аварійному стані або потребує заміни;
- стан систем вентиляції і основного обладнання, характеристики повітропроводів, аналіз роботи фільтрів і витяжних каналів;
- стан мереж електропостачання, трансформаторів на балансі закладу, розподільчих щитків, автоматів, систем освітлення зовнішніх/внутрішніх та ін.;
- стан систем водопостачання та каналізації, тип, стан і кількість сантехнічного обладнання і вузлів;
- інші системи та обладнання будівлі.

Отримана інформація дозволяє створити базу даних, за допомогою якої може проводитися моніторинг та аналіз даних, а також виявлення та запобігання виникнення аварійних ситуацій.

3.3 Моделювання в спеціалізованих програмних продуктах

3.3.1 Огляд існуючого програмного забезпечення

Впровадження енергетичного аудиту на громадських будівлях дасть змогу для зниження витрат на енергетично паливні ресурси та дасть змогу економити кошти. При проведенні енергетичного обстеження енергоаудитори використовують програмні продукти для моделювання енергоспоживання [24]. Основні характеристики існуючих програмних продуктів наведено у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Огляд існуючих програмних продуктів

Програмний продукт	Призначення	Переваги	Недоліки
AutoCAD	Проектування	Швидкість проектування	Ресурсоємність
Fluent	Моделювання процесів теплообміну	Точність моделювання	Складність інтерфейсу
Therm	Моделювання процесів теплообміну	Точність моделювання	Складність інтерфейсу
RETScreen	Аналіз проектів	Економічний аналіз заходів	Немає можливості формувати звіт
SOLIDWORKS	Аналіз проектів	Інтерфейс та взаємодія	Коротка бібліотека елементів
STATISTICA	Аналіз проектів	Повний набір класичних методів статистичного аналізу	Неможливість побудови енергетичних балансів
GoogleSketchUp	Проектування	Простий інтерфейс	Нескладні об'єкти, нестабільність
ENSI	Аналіз проектів	Енергетична модель будівлі, взаємовплив заходів, баланси	Немає можливості сформулювати повноцінний звіт з енергоаудиту
EnergyPlus	Оцінка екологічної ситуації, прогнозування енергоспоживання	Висока точність моделювання	Складність інтерфейсу
EnergyPlan	Оцінка екологічної ситуації	Структурування даних	Висока вартість
DesignBuilder	Моделювання процесів теплообміну	Висока точність моделювання	Висока вартість

3.3.2 Теплотехнічний розрахунок після запровадження заходів з енергозбереження та виконання прогнозування споживання енергії розрахунковим методом.

Аналізуючи існуючий стан систем тепло та електропостачання, було виявлено основні проблеми гуртожитку та запропоновано методи їх вирішення. Для збереження та підвищення ефективності використання спожитої енергії було запропоновано впровадити наступні заходи:

- Утеплення зовнішніх стін;
- Утеплення даху;
- Утеплення підлоги;
- Заміна вікон на нові енергоефективні;
- Теплоізоляція трубопроводів системи опалення;
- Встановлення рекуператорів з утилізацією теплоти.

Для виконання прогнозування споживання теплової енергії розрахунковим методом необхідно розрахувати теплове навантаження після комплексної термомодернізації.

Розрахуємо втрати теплоти, кВт, через огорожувальні конструкції будівлі після термомодернізації за формулою:

$$Q = F \cdot K \cdot (t_{\text{вн.}} - t_{\text{п.о.}}) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n. \quad (2.1)$$

Всі значення, використані та отримані під час розрахунків коефіцієнтів теплопередачі огорожувальних конструкцій, для наочності зведені у табл. 3.4.

Опір теплопередачі термічно однорідного непрозорого огороження розраховується за формулою:

$$R_{\text{ст}} = \frac{1}{\alpha_3} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}. \quad (3.1)$$

Значення опору теплопередачі всіх огорожувальних конструкцій та порівняння їх з нормативними значеннями [2] наведено в таблиці 3.3.

Витрата теплоти, на підігрів зовнішнього повітря, що надходить в приміщення крізь нещільності огорож внаслідок роботи природної витяжної вентиляції, згідно з санітарними нормами знаходиться за формулою:

$$Q_{\text{інф.}}^{\text{сн}} = 0,337 \cdot V \cdot (t_{\text{вн.}} - t_{\text{р.о.}}), \text{ Вт.} \quad (2.7)$$

Визначимо розрахункову потужність системи опалення з врахуванням всіх тепловтрат та теплонадходжень за формулою:

$$Q_{\text{розр.}} = Q_{\text{тв}} = Q_{\Sigma\text{ОК}} + Q_{\text{інф.}}, \text{ кВт.} \quad (2.8)$$

де $Q_{\Sigma\text{ОК}}$ – тепловтрати через огорожувальні конструкції, $Q_{\Sigma\text{ОК}} = 117398 \text{ Вт}$;

$Q_{\text{інф.}}$ – тепловтрати на інфільтрацію, $Q_{\text{інф.}} = 108686 \text{ Вт}$.

Підставимо відповідні значення у формулу (2.8), маємо:

$$Q_{\text{розр.}} = 117,4 + 108,7 = 226 \text{ кВт.}$$

Визначимо річну економію теплоенергії після термомодернізації, використовуючи порівняння помісячного розрахункового, проектного і фактичного теплоспоживання з урахуванням погодних умов використовуючи формулу:

$$Q_{\text{прогноз}} = Q_{\text{розр.}} \cdot \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{с.о.}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о. 0}}} \cdot n_0 \cdot 24 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}, \quad (2.37)$$

де $Q_{\text{факт.повне}}$ – усереднене споживання теплової енергії на опалення та ГВП за останні 3 роки, ГКал;

$Q_{\text{факт.тепл}}$ – усереднене споживання теплової енергії за останні 3 роки, кВт·год;

$Q_{\text{розр}}$ – розрахункове прогнозоване споживання теплової енергії за рік, кВт·год;

$Q_{\text{розр.скориговане}}$ – розрахункове прогнозоване споживання теплової енергії за рік, з урахуванням погодних умов, кВт·год;

$Q_{\text{після.модерн.}}$ – розрахункове прогнозоване споживання теплової енергії після комплексної термомодернізації за рік, з урахуванням погодних умов, кВт·год.

Результати розрахунків занесемо в таблицю 3.5.

Таблиця 3.5 - Розрахунок після запровадження заходів з енергозбереження та прогнозування споживання

Місяць	Q _{факт.повне} , ГКал	Q _{факт.тепл} , кВт·год	Q _{розра} , кВт·год	Q _{розра.скориговане} , кВт·год	Середньомісячна опалювальна температура, °C	Внутрішня температура, °C	К-сть днів в місяці	Q _{після.модерн} , кВт·год
Січень	206,6	287935,7	412762,9	368734,9	-2,5	20,0	31	201969,2
Лютий	227,3	321528,4	372818,1	316187,5	-3,7		28	191742,9
Березень	194,2	267584,6	412762,9	380575,0	-1,8		31	208454,5
Квітень	119,1	145247,7	199724,0	175065,0	13,1		13	145360,0
Травень	29,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0	0,0
Червень	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0	0,0
Липень	22,9	0,0	0,0	0,0	0,0		0	0,0
Серпень	24,7	0,0	0,0	0,0	0,0		0	0,0
Вересень	27,6	0,0	0,0	0,0	0,0		0	0,0
Жовтень	43,9	22595,1	199724,0	194236,0	10,7		14	142398,0
Листопад	194,4	267902,9	399448,0	407558,6	0,3		30	230675,5
Грудень	274,2	398097,6	399448,0	361662,3	-2,2		31	204698,5
Рік	1369,7	1710891,8	2396687,8	2204019,2	-0,1	20,0	176	1325298,6

Дослідження показало відхилення $Q_{\text{факт.тепл}}$ та $Q_{\text{розра.}}$ на 12,6%, що свідчить про недотримання температурного графіку і комфортних умов у приміщеннях, $Q_{\text{після.модерн}}$ на 29% менше відносно фактичного споживання та на 66% відносно $Q_{\text{розра.скориговане}}$, що свідчить про значний потенціал енергозбереження.

3.3.3 Моделювання в програмному середовищі RETScreen

RETScreen програмне забезпечення яке застосовується в системі енергетичного менеджменту для моделювання, розрахунку проектів з енергозбереження [25]. Програмне забезпечення дозволяє провести аналіз і визначити енергетичну, технічну і фінансову доцільність потенційних проектів будівель [26]. За його допомогою можна провести контроль фактичної продуктивності підприємств і визначити можливості економії виробництва енергії відновлюваної енергії, проектів комбінованого виробництва електричної та теплової енергії. Схему роботи RETScreen показано на рисуюнок 3.1.



Рисунок 3.1 – Робочий цикл програми RETScreen

RETScreen моделює повний спектр як традиційних, так і нетрадиційних джерел енергії, а також технологій, включаючи енергоефективність (від великих

промислових об'єктів до окремих будинків). За допомогою ПЗ RETScreen можна розрахувати витрати ресурсів на опалення та охолодження (наприклад, біомаса, теплові насоси, і сонячне повітря / вода), енергія (включаючи відновлювані джерела енергії, такі як сонячні, вітрові, хвильові, гідроенергетичні, геотермальні тощо), а також звичайні джерела енергії, такі як газові / парові турбіни та поршневі двигуни), а також комбіноване тепло та електроенергія (або когенерація). До аналітичних аркушів інтегровані бази даних щодо продуктів, проектів, еталонів, гідрології та клімату, а також посилання на світові карти енергетичних ресурсів.

RETScreen може бути використаний для оцінки різних видів заходів з енергоефективності в будівлях. Програмне забезпечення може бути використано для оцінки проектів, що включають різноманітні заходи з енергоефективності, пов'язані з огороженням будівлі, вентиляцією, освітленням, електрообладнанням, гарячою водою, насосами, вентиляторами, двигунами, перетворенням електроенергії, перетворення тепла, рекуперацією тепла, стисненого повітря, охолодження тощо. ПЗ може використовуватись як для нового будівництва, так і для модернізації вже існуючого. Перевагою є те що з побудовою базового варіанту моделі енергоспоживання паралельно будується пропонований варіант після модернізації

Моделювання споживання відбувається в 5 кроків:

- 1) Файл кліматичних даних паливо та графіки споживання енергетичних ресурсів (якщо у будівлі застосовується змінні режими роботи);
- 2) Обладнання системи опалення, охолодження та електроспоживання. Також вводяться "додаткові початкові витрати" та "додаткову економію на експлуатації та технічному обслуговуванні", пов'язані із запропонованими заходами щодо кінцевого енергоефективного використання. Результати використовуються разом з інформацією, зазначеною в інших формах енергоефективності, для розрахунку річної економії витрат на паливо, простої окупності тощо;
- 3) Використання енергоресурсів вводиться інформація про характеристики об'єкта для базового випадку та пропонованих випадку;

4) Пропоновані заходи для майбутньої термомодернізації, вводиться інформацію про систему опалення та обладнання енергосистеми, що використовується для модернізації енергопостачання, для запропонованого випадку;

5) Звіт виконаного розрахунку з фінансовим результатами та терміном окупності.

За допомогою програмного продукту RETScreen змодельовано два варіанти споживання енергоресурсів базовий (існуючий стан систем та огорожень з урахуванням дотримання умов мікроклімату) та розраховано споживання після впровадження заходів з енергозбереження.

Для початку моделювання необхідно задати наступні вихідні дані:

- Місце розташування та тип об'єкту;
- Тип палива, температурний графік, графік роботи;
- Теплотехнічні характеристики огорожуючих конструкцій;
- Джерела енергії та навантаження, характеристика інженерних систем (тепло та електропостачання, кондиціонування).

Схему як вводилися вхідні дані для виконання моделювання споживання ресурсів показано на рисунку 3.2.



Рисунок 3.2 – Принцип введення даних ПЗ RETScreen

Одним із недоліків ПЗ RETScreen для виконання моделювання є відсутність 3D моделі, тому RETScreen не враховує геометрії будівлі, це потрібно враховувати попередньо розраховувати приведенний термічний опір зовнішніх огорожень (якщо є декілька типів стіни які складаються із різних шарів, показано на рис. 3.3). Це дозволяє врахувати наявність часткового клаптикового утеплення стін та заміни частини вікон. Необхідно кількість годин роботи електроприладів та освітлення приймати з урахуванням одночасності роботи.

Building envelope

Description: []

	Base case				Proposed case				Incremental initial costs	
	North	East	South	West	North	East	South	West		
Walls	<input type="checkbox"/> Base case = proposed case									
Area	m ²	1 689,986	300	1 644,615	296,233	1 689,986	300	1 644,615	296,233	
U-value	(W/m ²)/°C	1.09	1.09	1.09	1.09	0.3	0.3	0.3	0.3	UAH 6 500 000
Window	<input type="checkbox"/> Base case = proposed case									
Area	m ²	422,376	12,87	397,6	12,87	422,376	12,87	397,6	12,87	
U-value	(W/m ²)/°C	2.43	2.43	2.43	2.43	1.33	1.33	1.33	1.33	UAH 3 300 000
Solar heat gain coefficient		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
Solar shading - season of use	<input checked="" type="checkbox"/> Base case = proposed case									
Solar shading - winter	%	9	8	7	8	9	8	7	8	
Solar shading - summer	%	8	9	19	10	8	9	19	10	
Doors	<input type="checkbox"/> Base case = proposed case									
Area	m ²	2,87		22,345	2,87	2,87		22,345	2,87	
U-value	(W/m ²)/°C	3.448		2.82	2.82	1.67		1.67	1.67	UAH 115 000
Roof	<input type="checkbox"/> Base case = proposed case									
Area	m ²	1 195				1 195				
U-value	(W/m ²)/°C	0.5526				0.18				UAH 2 400 000
Floor	<input type="checkbox"/> Base case = proposed case									
Area	m ²	1 195				1 195				
U-value	(W/m ²)/°C	2.13				0.16				UAH 1 200 000
Wall - below-grade	<input type="checkbox"/>									
Floor - below-grade	<input type="checkbox"/>									

Next

Рисунок 3.3 – Огороджувальна конструкції гуртожитку

Аналіз теплотехнічного стану будівлі в RETScreen є простим та точним (рисунок 3.4). Програма дозволяє розглянути теплові та електричні мережі, запропонувати декілька варіантів покращень з повним описом таких важливих показників як економічність, екологічність та енергоефективність. Позитивним фактором є: простота та доступність; працює як макрос екселя; програма вираховує динамічний термін окупності ЗЕЗ

Summary										Show data
Fuel			Base case		Proposed case		Fuel cost savings			
Fuel type	Fuel consumption - unit	Fuel rate	Fuel consumption	Fuel cost	Fuel consumption	Fuel cost	Fuel saved	Fuel cost savings		
Electricity	MWh	UAH 900,000	377,2	UAH 339 485	377,2	UAH 339 485	0,0	UAH -		
Natural gas	kWh	UAH 1,423	2 257 543,1	UAH 3 212 484	1 025 295,6	UAH 1 458 996	1 232 247,5	UAH 1 753 488		
Total				UAH 3 551 969		UAH 1 798 481		UAH 1 753 488		
Project verification										
Fuel type	Fuel consumption - unit	Fuel consumption - historical	Fuel consumption - Base case	Fuel consumption - variance						
Electricity	MWh		377,2							
Natural gas	kWh		2 257 543,1							
Energy										
	Heating GJ	Cooling GJ	Electricity GJ	Total GJ						
Energy - base case	4 064	1 774	1 358	7 196						
Energy - proposed case	2 399	1 364	1 358	5 121						
Energy saved	1 664	410	0	2 075						
Energy saved - %	41,0%	23,1%	0,0%	28,8%						
Benchmark										
Energy unit	GJ									
Reference unit	m³									

Рисунок 3.4 – Енергетичні результати виконаного моделювання

Результатом роботи програми RETScreen є фінансовий аналіз з урахуванням капітальних витрат, темпу інфляції, додаткових щорічних витрат на експлуатацію обладнання, вартості енергоресурсів, очікуваної економії у натуральних та грошових одиницях після впровадження заходів з енергозбереження. За результатами моделювання термін окупності комплексного пакету заходів з термомодернізації будівлі становитиме 8,3 років, що для подібних проектів є прийнятним (рисунок 3.5).

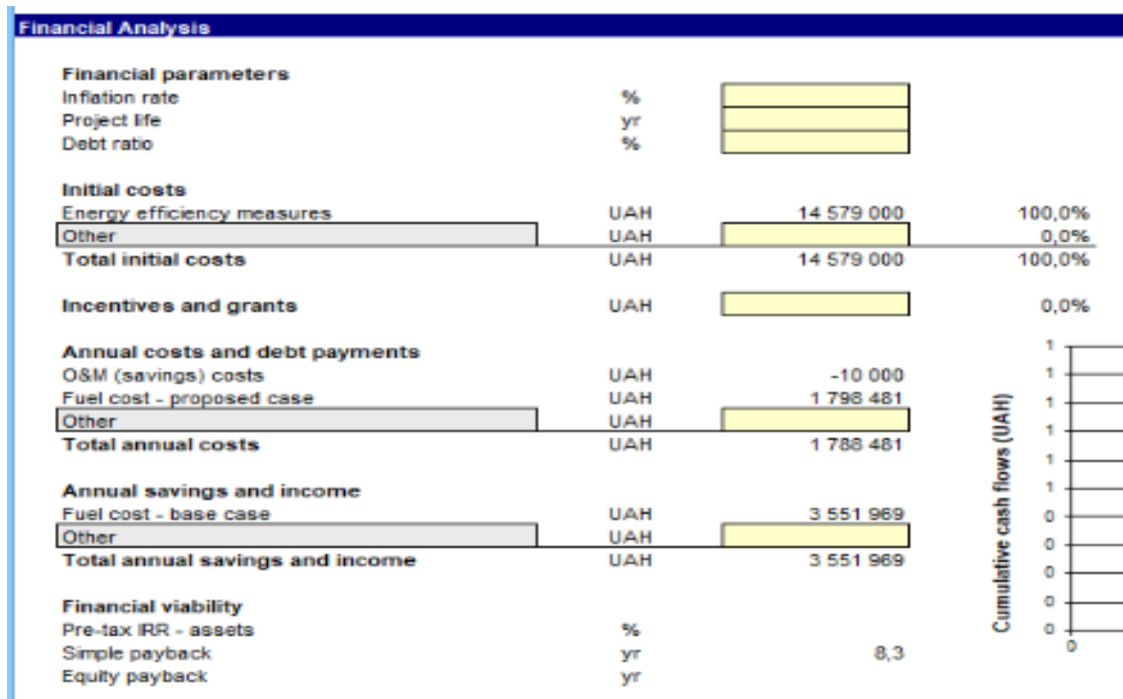


Рисунок 3.5 – Фінансові результати виконаного моделювання

До недоліків цього продукту відноситься: відсутність 3D побудови будівлі з наданням відповідних параметрів огорожуючим конструкціям; необхідно вручну вираховувати значення приведенного коефіцієнту опору теплопередачі в тих випадках, коли є неоднорідність ОК на ділянці, що розглядається.

3.3.4 Моделювання в програмному середовищі DesignBuilder

DesignBuilder - це сучасний програмний інструмент для перевірки енергетичних, викидів вуглецю, і комфортних характеристик будівлі. Розроблений для спрощення процесу моделювання будівель, DesignBuilder [27] дозволяє швидко порівнювати функції та продуктивність будівельних конструкцій і отримувати результати в термін і в рамках конкретного бюджету. DesignBuilder розроблений для використання як для проектування нових будівель та і для модернізації вже існуючих будівель.

Моделювання відбувається в 4 кроків:

1) Створюється новий файл, додається файл клімату, будується 3D модель, ОК надаються свої параметри які відповідають дійсній будівлі, розміщуються світлопрозорі конструкції, двері, за замовчуванням файлу надається система вентиляції та систему опалення. При відмінності від стандартних параметрів, необхідно підганяти 3D модель до реального об'єкту, і надавати йому реальні параметри які будуть використовуватись для моделювання.

2) Оберається час за який необхідно виконати симуляцію (можливо обрати по годинні результати), та виконується симуляція, надається звіт прогнозованого споживання енергоресурсів.

3) Виконується «оптимізація параметрів аналізу»

4) Проводиться аналіз результатів виконаного моделювання, виконується робота з підвищення ефективності споживання об'єкту.

Програмний продукт DesignBuilder [27] дозволяє моделювати енергоспоживання виконувати розрахунки для існуючих будівель що

реконструюються. DesignBuilder враховує умови комфорту, вартість енергоносіїв та дозволяє створити 3D модель будівлі з існуючими характеристиками огорожувальних конструкцій, інженерних мереж та умов експлуатації. Модель дозволяє враховувати графік роботи, теплонадходження, характеристики інженерних мереж та більш деталізовані дані огорожень будівлі.

У програмному середовищі DesignBuilder було створено 3D модель житлового будинку (рисунк 3.5) з існуючими характеристиками його інженерних систем, огорожувальних конструкцій та умов експлуатації.

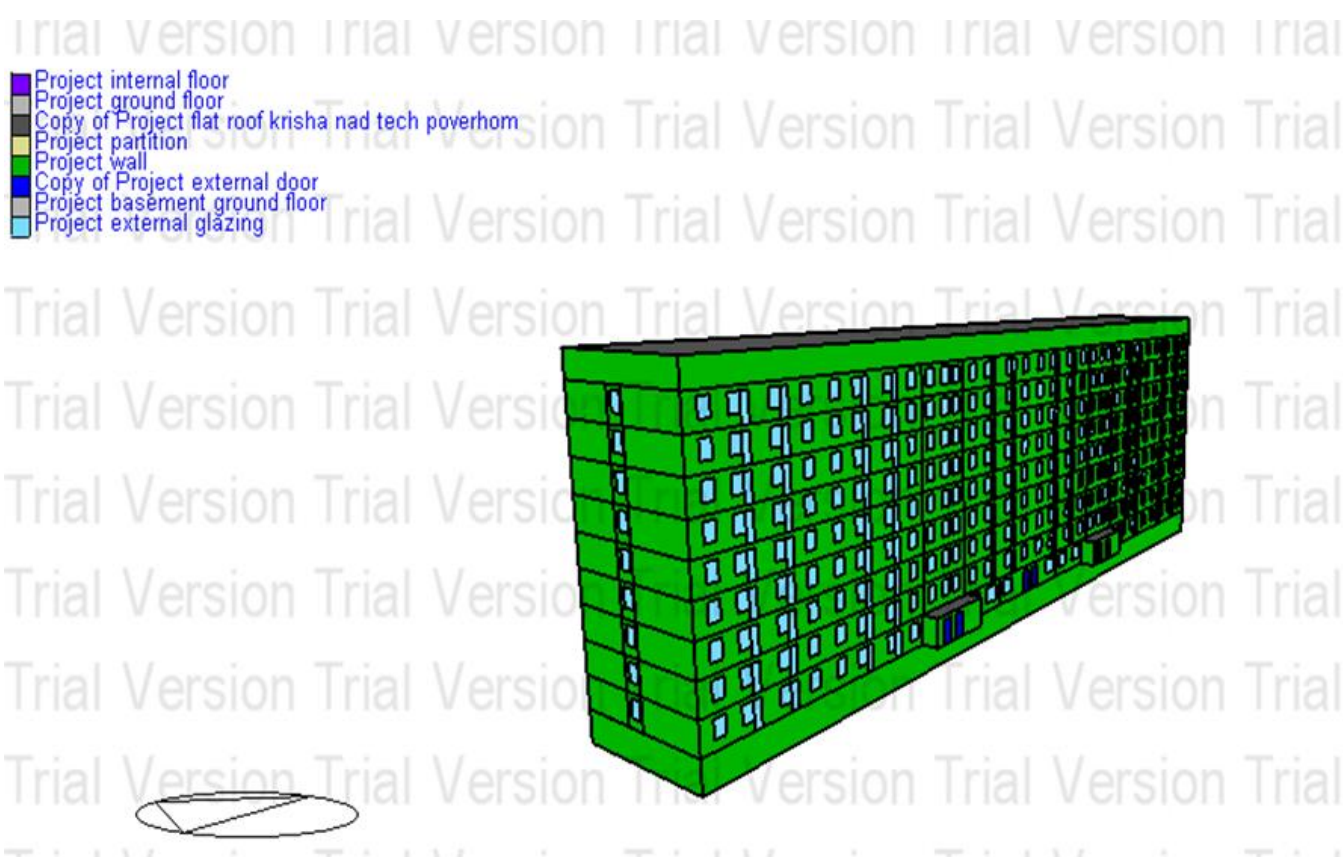


Рисунок 3.5– Модель будівлі у програмному середовищі DesignBuilder

Було виконано моделювання енергоспоживання в програмному середовищі DesignBuilder прораховано два варіанти енергоспоживання: базовий (враховує механічну систему вентиляції, без рекуперації) (рисунк 3.6), пропонуваній (після модернізації, враховує механічну систему вентиляції, з використанням рекуперації , в системі опалення відповідно до змін зовнішніх погодних умов) енергоспоживання [26].

End Uses

	Electricity [kWh]	Natural Gas [kWh]	Additional Fuel [kWh]	District Cooling [kWh]	District Heating [kWh]	Water [m3]
Heating	0.00	0.00	0.00	0.00	1510585.58	0.00
Cooling	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Interior Lighting	85512.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Exterior Lighting	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Interior Equipment	293554.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Exterior Equipment	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fans	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pumps	277.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Heat Rejection	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Humidification	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Heat Recovery	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Water Systems	0.00	0.00	0.00	0.00	629866.64	11332.75
Refrigeration	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Generators	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total End Uses	379344.13	0.00	0.00	0.00	2140452.22	11332.75

Note: District heat appears to be the principal heating source based on energy usage.

Рисунок 3.6– Результати проектного споживання енергоресурсів

Програмний продукт дозволяє враховувати різні графіки експлуатації, орієнтацію, теплонадходження, характеристики інженерних мереж та більш деталізовані дані огорожень будівлі, наприклад нерівномірне опалення будинку впродовж доби.

Базове енергоспоживання визначено з використанням кліматичного файлу погоди IWEC (крок дискретизації даних 1 година) [28] та бази даних матеріалів (зовнішніх ОК, світлопрозорих конструкцій, дверей). Фактично будівля відрізняється від проектної і пропонованої тим що має природню вентиляцію, і не має примусової механічної вентиляції як показано на рисунку 3.7.

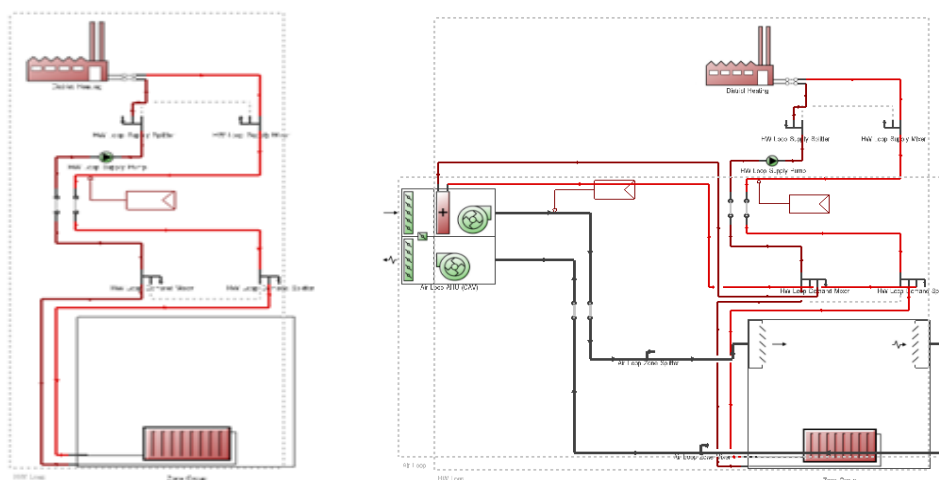


Рисунок 3.7 – Система опалення та вентиляції будівлі, що досліджується:

а) фактично б) базовий варіант

В ході моделювання було створено 2 моделі, базовий (за проектними даним з додержанням вимог мікроклімату), пропонований (після термомодернізації). Результатами виведені у табличні формі, де розділені різні групи споживачів, такі як: опалення, охолодження, внутрішнє освітлення, внутрішнє електро обладнання, повітряні вентилятори, водяні насоси. В залежності від видів енергії які використовуються в об'єкті показано.

Загальні результати розрахунку енергоспоживання зведено в таблицю 3.6.

Таблиця 3.6 – Результати розрахунків енергоспоживання енергоресурсів

Варіант	Електро енергія, кВт·год/рік	Теплова енергія, кВт·год/рік	Холодна вода, м ³
Базовий	379344,13	2140452,22	11332,75
Пропонований	446484,98	1105928,04	11332,75

За результатами моделювання видно, що в пропонованому варіанті збільшиться споживання електро енергії це збільшення обґрунтовано встановленням рекуператорів які необхідні для покращення умов мікроклімату.

Висновки до розділу

Гуртожиток має досить типові проблеми об'єктів масових часів забудови, будівля має значний потенціал енергозбереження і потребує термомодернізації. Впровадження комплексу заходів для об'єкту дослідження дозволить значно зменшити витрати та енергоресурси, та забезпечить комфортні умови проживання.

Виконано порівняльну оцінку розрахунків за допомогою спеціалізованих програмних продуктів DesignBuilder, RETScreen, проведено огляд нормативно-правової бази, яка регулює діяльність у сфері ЖКГ та сфері енергоефективності. Базове та фактичне значення відрізняються більш суттєво, що пов'язано в першу чергу з недотриманням температурного графіку теплопостачання та умов мікроклімату у даній будівлі, тому рекомендується провести термомодернізацію

гуртожитку. Серед рекомендованих заходів: утеплення огорожень, утеплення трубопроводів системи опалення, що проходять у неопалювальних приміщеннях, встановлення рекуператорів для забезпечення нормативних вимог по мікроклімату у будівлі.

За допомогою програмного продукту RETScreen проведено фінансовий розрахунок доцільності впровадження заходів з енергозбереження. У програмному середовищі DesignBuilder створено модель житлової будівлі та розраховано енергоспоживання до та після впровадження заходів. Також виконано розрахунок за національним стандартом. У таблиці 3.7 наведено порівняння результатів розрахунків, виконаних різними шляхами.

Таблиця 3.7 – Порівняння результатів

Варіант розрахунку	Енергоспоживання на опалення, кВт·год			
	Фактичне споживання (за лічильником, усереднено за 3 роки)	Розрахунковий	Retscreen	Design Builder
Існуючий стан	1 767 863	-	-	-
Базовий (за проектними даними з додержанням вимог мікроклімату)	-	2 204 019	2 257 543	2 140 452
Після термомодернізації	-	1 160 678	1 025 295	1 105 928

Виконано розрахунок фінансово-економічних показників проекту: при існуючих тарифах на енергію дисконтований термін окупності заходів становить 14 років, що є прийнятним. Розбіжності у результатах розрахунку пов'язані з особливістю кожного з методів. Основна розбіжність виникає під час розрахунку інженерних мереж будівлі, оскільки національний стандарт є більш адаптованим під реальний стан будівель України, а закордонні програмні продукти враховують не всі особливості наших мереж. Retscreen та Design Builder дає можливість будувати електробаланс та графічно показує найбільш енергозатратні групи Retscreen не враховує інженерних мереж, дуже складно врахувати геометрію будівлі. Design Builder враховує геометрію будівель, але достатньо складно

вводити неефективні інженерні системи тому, що Design Builder приймає що окремі компоненти і система в цілому має працювати максимально ефективно, що не завжди відповідає дійсному стану.

4 ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТ ТА МОНІТОРИНГ

При проведення енергетичного аудиту в гуртожитку №22 було з'ясовано, що гуртожиток є власність НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського». Об'єктом займається служба енергоменеджменту університету. Збір даних виконується по загальному обліку, кожного з видів енергії, що дає змогу виділити найбільший потенціал енергозбереження. Служба виконує моніторинг споживання теплової, електроенергії та холодної води. Споживання енергетичних ресурсів в 2019 становить 2 472 990 грн, що на 8% більше ніж у 2018 році (2 671 700 грн) . Споживання теплової енергії в 2019 році становить 1178 Гкал/рік, що на 20% менше ніж 2018 році (1459 Гкал/рік). Споживання електроенергії за 2019 рік становить 324101 кВт·год/рік, що на 18% менше ніж 2018 року (394160 кВт·год/рік). Споживання холодної води за 2019 рік становило 34723 м³/рік, що на 8% більше ніж 2018 року (32075 м³/рік).

Служба енергоменеджменту виконує:

- моделювання заходів з енергозбереження;
- визначання шляхів та стратегії підвищення рівня енергоефективності, та обґрунтовує їх з економічної точки зору;
- контролює їх впровадження та роботу;
- підвищує рівень енергоефективності гуртожитку за рахунок заходів;
- проводить організаційну роботу з мешканцями та персоналом гуртожитку;

Одним із основних напрямків системи енергетичного менеджменту своєчасний та автоматизований збір даних, аналіз, та обробка енергоспоживання, для регулювання систем в реальному часі, що дає змогу раціонально використовувати енергоресурси та забезпечувати комфортні умови для проживаючих.

Встановивши в гуртожитку термостатичні головки вирішиться проблема перетопів та недотопів, що забезпечить комфортні умови для проживання жителів, та забезпечить рівномірний розподіл температури по будівлі, що

зменшить споживання теплової енергії. Регулювання в даному випадку виконувати індивідуальний тепловий пункт, за значенням температури зворотної води. При цьому необхідно врахувати, що для зменшення теплових втрат необхідно мінімізувати втрати теплоти через вікна і огорожуючі конструкції. Одним із перших кроків є утеплення зовнішніх стін та огорожуючих конструкцій, але необхідно враховувати фактор, що при застосуванні даних заходів інфільтрація набагато зменшується і виникає проблема якості повітря. Для вирішення даної проблеми доцільно застосувати кімнатні рекуператори та провести виховно-навчальну роботу з мешканцями та працівниками гуртожитку. Одним із можливих заходів для заохочення мешканців гуртожитку є розробка програми, в якій мешканці будуть сплачувати за спожиту кімнатою теплову енергію, кожен житель буде зацікавлений в економії. Необхідно розробити плакати, інструкції, поради як можна заощаджувати енергію, та донести інформацію для жителів гуртожитку. В гуртожитку проживають діти різного віку, варто приділити увагу вихованню енергозбереження в дітей, провівши конкурси, навчання, запровадивши гуртки енергозбереження.

Відповідно до [28] метою створення системи енергетичного менеджменту на об'єкті є підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів шляхом здійснення обліку, контролю, планування, нормування та аналізу витрат, проведення внутрішніх енергоаудитів, впровадження енергозберігаючих заходів, здійснення моніторингу та коригувальних дій у сфері енергозбереження, а також інформування, стимулювання та навчання у сфері енергозбереження.

Питання контролю, підвищення ефективності споживання та раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів повинні вирішуватись на основі точної та оперативно отримуваної інформації. З цією метою доцільно використовувати спеціалізовані програмні продукти. Для прикладу розглянемо комп'ютерну програму «Автоматизовану систему

енергомоніторингу» (АСЕМ), що є однією з найбільш часто використовуваних в Україні.

Комп'ютерна програма «Автоматизована система енергомоніторингу» - це комплекс програмного забезпечення для дистанційного обліку та аналізу споживання паливно-енергетичних ресурсів, інформування про порушення в режимі роботи обладнання теплового пункту [29].

КП «АСЕМ» забезпечує автоматизований облік енергоресурсів на основі даних, отриманих безпосередньо від вузлів обліку теплової енергії, електричної енергії, холодної води, а також збір інформації про аварійні сигнали та температуру повітря всередині приміщень.

Основні функції «АСЕМ» [29]:

- Моніторинг даних енергоспоживання на об'єктах, отриманих в «ручному» режимі;
- Моніторинг даних енергоспоживання на об'єктах, отриманих в «автоматичному» режимі;
- Моніторинг даних енергоспоживання на джерелах постачання;
- Виявлення аварійних ситуацій в роботі систем;
- Інформування відповідальних осіб про аварійні ситуації та порушення в режимах роботи;
- Формування різноманітних звітів для аналізу та прийняття рішень;
- Енергопланування (моделювання та прогнозування енерговитрат на майбутні періоди);
- Захист даних.

Програма містить [29]:

- інформацію про споживання теплової енергії, електричної енергії, холодної води, внутрішню температуру приміщень. Є можливість перегляду інформації за добу, тиждень, місяць та рік.
- зведену інформацію щодо поточних показників вузла обліку теплової енергії, доведених лімітів, внутрішньої температури в приміщеннях.

Інформація може бути представлена в графічному та табличному вигляді.

Висновки до розділу

У даному розділі наведено рекомендації щодо покращення роботи системи енергетичного менеджменту гуртожитку. Здійснення енергомоніторингу дає можливість контролювати споживання енергоресурсів, проводити аналіз даних та приймати ефективні рішення щодо управління енергоспоживанням, тому наступним кроком має бути впровадження технічних рішень що допоможуть керувати в енергоспоживанням автоматично в реальному часі, згідно зарані опрацьованих і підготовлених планів роботи. Системи енергоменеджменту з застосуванням сучасних технічних рішень – важливий крок на шляху до підвищення енергоефективності.

5 РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЕКТУ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТА УПРАВЛІННЯ СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ

5.1 Цілі та етапи реалізації стартап-проекту

Завданням даного розділу магістерської дисертації є оцінювання ринкових перспектив впровадження системи моніторингу енергоспоживання та умов мікроклімату у багатоквартирному житловому будинку, створення бізнес-моделі та підготовка стартап-проекту до інвестиційної стадії. Розроблення стартап-проекту виконується відповідно до [30].

На початку розроблення стартап-проекту доцільно обґрунтувати цілі етапів його реалізації, що наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Цілі основних етапів реалізації стартап-проекту

Етапи реалізації стартап-проекту	Цілі етапів реалізації стартап-проекту
Початковий етап стартап-проекту	Дослідження потреб та запитів споживачів, суперечностей та технологічних недосконалостей діючих продуктів-аналогів конкурентного середовища
Етап обґрунтування актуальності та новизни інноваційної ідеї	Задоволення нових потреб споживачів, подолання певних суперечностей поточних технологічних процесів, вдосконалення діючих технологій та устаткування тощо
Етап аналізу конкурентного середовища	Виявлення можливих конкурентів-виробників, які виготовляють схоже обладнання або пропонують схожі технології та здійснення порівняльного аналізу техніко-економічних переваг та недоліків реалізації пропонованої ідеї
Етап обґрунтування ресурсного забезпечення проекту	Визначення необхідних матеріальних, трудових, капітальних ресурсів, ключових процесів, технології, обладнання та реалізації проекту в часі і просторі
Етап фінансового забезпечення реалізації проекту	Обґрунтування собівартості та ціни реалізації інноваційної ідеї
Інвестиційний етап реалізації стартап-проекту	Пошук потенційних інвесторів фінансування стартап-проекту
Маркетинговий етап реалізації проекту	Обґрунтування каналів збуту продукту стартап-проекту, залучення потенційних споживачів, формування необхідних сегментів ринку

5.2 Обґрунтування актуальності та новизна інноваційної ідеї стартап-проекту

Система моніторингу та управління споживання енергоресурсів «Розумний будинок». Основна ідея стартапу це економія та оптимізація витрат енергоресурсів житлової будівлі із забезпеченням комфортних умов мікроклімату, за рахунок введення сучасної системи моніторингу та управління. Пропонується розробити сучасне програмне забезпечення, що встановлюються в будівлі, та відстежує параметри температури, вологості повітря освітленості, споживання енергоресурсів в приміщеннях та навколо будинку, що дозволить отримувати більше інформації та економити більше енергії та витрачених коштів. Спираючись на світовий досвід, застосування даних технологій можна очікувати скорочення енергетичних витрат на рівні будівлі та на рівні всієї енергосистеми..

Актуальність та новизна інноваційної ідеї стартап-проекту узагальнено у таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Актуальність та новизна інноваційної ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Переваги та вигоди споживача
Система моніторингу та управління споживання енергоресурсів «Розумний будинок» зводить до мінімуму ручне регулювання споживання енергоресурсів за рахунок ПЗ і дає змогу скоротити енергетичні витрати на рівні будівлі та всієї енергосистеми.	Збір даних енергоспоживання	Автоматичний збір та збереження даних про споживання енергоресурсів, моніторинг споживання з метою економії коштів.
	Аналіз даних	Аналіз зібраних показників з метою введення системи енерозбереження, виділення найбільш затратного енергоресурсу з метою заощадження коштів за рахунок впровадження заходів з енергозбереження, можливість здійснювати енергопланування (моделювати та планувати енерговитрати на майбутні періоди).
	Контроль умов мікроклімату у квартирах	Датчики, встановлені у кімнатах фіксують значення показників мікроклімату, система порівнює їх із нормативними значеннями та видає результат і рекомендацію щодо забезпечення показників на нормативному рівні.

5.3 Аналіз конкурентного середовища

Аналіз техніко-економічних переваг ідеї стартап-проекту у порівнянні з конкурентами наведено у таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Переваги ідеї проекту

№ п/п	Техніко-економічні характеристики ідеї	«Розумний будинок»	«АСЕМ»	«Енергобаланс»
1.	Аналіз даних, представлення даних у табличному/графічному вигляді)	Так	Так	Так
2.	Введення даних в «ручному» режимі	Так	Так	Так
3.	Введення даних в «автоматичному» режимі	Так	Так	Ні
4.	Можливість комерційного обліку	Так	Так	Так
5.	Виявлення аварійних ситуацій в енергосистемах об'єкту	Так	Так	Ні
6.	Автоматичне регулювання мікроклімату у квартирах, та пропозиція з енергозбереження	Так	Ні	Ні
7.	Аналіз отриманих показників мікроклімату у квартирах	Так	Ні	Ні
8.	Виявлення найбільш енергозатратних ресурсів	Так	Ні	Ні

За допомогою SWOT-аналізу визначимо потенційні загрози та можливості реалізації стартап-проекту, а також сильні та слабкі сторони (таблиця 5.4).

Таблиця 5.4 – SWOT-аналіз

S (strength) – Сильні сторони	W (weaknesses) – Слабкі сторони
1. Затребуваність продукту 2. Унікальність продукту 3. Наявність переваг над конкурентами 4. Простота в експлуатації, та управлінні ...	1. Висока вартість 2. Відсутність міцної позиції щоб боротися із загрозами ...

Продовження таблиці 5.4

О (opportunities) – Можливості	Т (threats) – Загрози
1. Зменшення енергоспоживання 2. Значне скорочення коштів на енергоресурси 3. Входження на нові сегменти ринку	1. Нестабільна політична ситуація в країні 2. Зростання тиску конкурентів 3 Проблема із залученням нових споживачів, через високу конкуренцію 4 Малий попит на продукцію на ринку ...

5.4 Обґрунтування ресурсного забезпечення проекту

Для реалізації проекту необхідні технічні засоби, монтаж та налаштування системи, та розробка ПЗ для автоматизованого управління. Обґрунтовані та узагальнені величини необхідних капіталовкладень на реалізацію стартап-проекту наведено в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Обґрунтування капіталовкладень на реалізацію проекту

Статті капіталовкладень	Величина, грн.
Прямі матеріальні затрати	535 000
– Витрати комплектуючих виробів	500 000
– витрати палива й енергії	10 000
– витрати на запасні частини	10 000
– інші матеріальні витрати	15 000
Прямі затрати на оплату праці виробничих працівників	20 000
– заробітна плата за ставками і тарифами виробничих працівників	10 000
– премії, заохочення, компенсаційні виплати виробничих працівників	2 000
Соціальні відрахування до Пенсійного фонду – 22% по заробітній платі виробничих працівників	4 400

Продовження таблиці 5.5

Вартість основних фондів та нематеріальних активів виробничого призначення	600 000
– початкова вартість задіяних у виробничому процесі основних засобів та необоротних нематеріальних активів (разом із транспортуванням, установкою та демонтажем)	600 000
Інші прямі витрати:	125 000
– витрати на дослідження та розробку інноваційних продуктів	25 000
– витрати на послуги сторонніх підприємств (охорона, реклама оренда тощо)	50 000
– прямі інші витрати	50 000
Всього капіталовкладень на реалізацію проекту	1 294 400

5.5 Ключові види діяльності та ключові партнери

Ключові види діяльності, їх опис та результати наведено в таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Ключові види діяльності

Назва діяльності	Опис діяльності	Результат діяльності
Програмне забезпечення	Необхідно розробити програмне забезпечення для моніторингу та аналізу всіх отриманих даних.	Програмний продукт дасть змогу систематизувати збір дані, отримані від лічильників та датчиків, аналізувати показники і надавати рекомендації щодо енергозбереження.
Технічне забезпечення	Необхідно, мати технічну базу датчиків, лічильників, та органів управління енергоспоживанням	Технічна база повинна бути технічно справна і прив'язана до одного контролюючого ПЗ, яке буде виконувати функцію командного пункту.
Сервіс	Необхідно забезпечити обслуговування та контроль справності обладнання, що використовуватиметься.	Обслуговування обладнання (лічильники, датчики, монітори для виведення інформації) та програмного забезпечення забезпечать стабільну роботу системи.

Інформацію про ключових партнерів наведено у таблиці 5.7.

Таблиця 5.7 – Інформація про партнерські організації

Інформація	Партнер 1	Партнер 2
Повна офіційна назва організації-партнера	МПП «АЛЬКОР»	«ЕРАМ»
Місце розташування	м. Київ, Україна бул. Лесі Українки, 34 2 під., оф. 708 (7 поверх) 01133, а/с 23	Україна, м. Київ, вул. Кудряшова 14в
Юридичний статус	Міжнародне приватне право	Приватна компанія
Офіційна адреса	м. Київ, Україна бул. Лесі Українки, 34 2 під., оф. 708 (7 поверх) 01133, а/с 23	Україна, м. Київ, вул. Кудряшова 14в
Телефон	+38 044 227 13 58	+380-44-390-5457
Адреса електронної пошти	support@alkor- system.com.ua	office@abtosoftware.com
Роль та залученість до підготовки цього проекту	Компанія займається монтажем та налаштуванням систем АСУ.	ІТ-компанія є розробником програмного забезпечення.
Завдання, які покладаються на організацію партнера в реалізації проекту	Забезпечення необхідною продукцією.	Створення програмного забезпечення.

5.6 Фінансове обґрунтування стартап-проекту

5.6.1 Прямі матеріальні витрати

Обґрунтуємо прямі матеріальні витрати на одиницю продукції – витрати на сировину, матеріали, комплектуючі, паливо, енергію, комунальні послуги, запасні частини, малоцінні необоротні активи (МНМА).

Витрати наведено у таблиці 5.8.

Таблиця 5.8 – Прямі матеріальні витрати

№ п/п	Назва ресурсу	Одиниця вимір.	Ціна	Кількість ресурсу	Потреба, грн
1.	Витрати комплектуючих виробів	грн.	2381	210	500 000
2.	Електроенергія	грн. за квт/год	1,68	4762	10 000
3.	МНМА	-	-	-	25 000
Всього:					535 000

5.6.2 Витрати на оплату праці

Для забезпечення функціонування системи необхідно проводити контроль даних, чим займається енергоменеджер. Оплата праці здійснюється на основі посадових окладів. До фонду оплати праці підприємства крім заробітної плати персоналу входять і нарахування підприємства по заробітній платі до Пенсійного фонду [31].

Фонд оплати праці (ФОП) це – сукупність заробітної плати працівників підприємства разом із соціальними відрахуваннями до пенсійного фонду, який визначається за формулою:

$$\text{ФОП} = \text{ЗП} + \text{Нарахування до Пенсійного фонду, грн} \quad (5.1)$$

ЗП – величина сукупної заробітної плати працівників підприємства, грн

Нарахування до Пенсійного фонду становлять 22%.

Пряма погодинна система оплати праці кількість відпрацьованого працівником часу та обчислюється за формулою:

$$\text{ЗП}_{\text{погод}}^{\text{пряма}} = \text{ТС} \times t, \text{ грн} \quad (5.2)$$

t – кількість відпрацьованих працівником годин, год,

ТС – тарифна ставка оплати праці, грн/год

Зазначимо, що з 1 січня 2019 року мінімальна заробітна плата в Україні становить 4173 в місяць, тоді мінімальна тарифна ставка оплати праці становитиме:

$$TC_{\min} = 4173 / (30/7) * 40 = 25,13, \text{ грн.}, \quad (5.3)$$

де 4173 – діюча мінімальна заробітна плата в Україні на 1.01.2019, грн.;

30/7 – кількість робочих днів місяця;

40 – нормативна тривалість робочого тижня, годин.

Таким чином ЗП обчислюємо за формулою (5.2):

$$ЗП_{\text{погод}}^{\text{пряма}} = 50 \times 100 = 5000 \text{ грн.}$$

ФОП розрахуємо за формулою (5.1):

$$ФОП = 5000 + 22\% = 6100 \text{ грн.}$$

Інформація про структуру персоналу та ФОП зведено у таблицю 5.9.

Таблиця 5.9–Структура персоналу та ФОП, тис. грн.

№ П/П	Посада	Форма оплати	Кількість працівників	Заробітна плата (грн.)		
				за місяць	за квартал	за рік
Адміністративно-технічний персонал						
1.	Енергоменеджер	10000	1	10000	30000	120000
Всього				10000	30000	120000
Соціальні відрахування до Пенсійного фонду (22 %)				2200	6600	16400
ФОП				12200	36600	136400

5 6.3 Обґрунтування вартості задіяних основних фондів та амортизаційних відрахувань

Обґрунтування наведені у таблиці 5.10.

Таблиця 5.10 – Обґрунтування вартості амортизаційних відрахувань основних фондів на 2019 рік

Назва об'єкта основних фондів	Кількість, шт	Вартість на початку року, грн	чна норма амортиза ції, %	Амортизаційні відрахування в поточному році, грн				
				I квартал	II квартал	III квартал	IV квартал	За рік
Обладнання	210	500000	4	5000	5000	5000	5000	20000
МНМА		25000	4	250	250	250	250	1000
Всього				5250	5250	5250	5250	21000

5.6.4 Інші прямі витрати

Обґрунтування прямих інших витрат наведено в таблиці 5.11.

Таблиця 5.11 – Обґрунтування прямих інших витрат

Види послуг	Джерело даних	Вартість послуг, грн.
1. Розробка	Угода	55 000
2. Реклама	Угода	60 000
3. Транспортні витрати	Розрахунки	5 000
всього:		110 000

5.6.5 Загальновиробничі витрати

Загальновиробничі витрати показано в таблиці 6.12:

Таблиця 6.12 – Загальновиробничі витрати

Види послуг	Джерело даних	Вартість послуг, грн.	
		на місяць	на рік
1. Вдосконалення технологій	табл. 5.5	417	5 000
2. Інші витрати	табл. 5.5	417	5 000
всього:		834	10 000

5.6.6 Умовно-змінні витрати

Витрати наведені у таблиці 5.13.

Таблиця 5.13 – Умовно-змінні витрати

Статті витрат	Джерела даних	Витрати (грн.)	
		на 1 од.	на рік
1. Прямі матеріальні витрати	табл.5.8	2381	500 000
3. Транспортні витрати	табл. 5.11	73,5	5 000
всього:		2454,5	505 000

5.6.7 Умовно-постійні витрати

Витрати наведені у таблиці 5.14.

Таблиця 5.14 – Умовно-постійні витрати

Статті витрат	Джерела даних	Витрати, грн	
		на 1 од.	на рік
1. ФОП адміністративно-технічного персоналу	табл.5.9	89,7	6 100
2. Амортизаційні відрахування	табл. 5.10	308,8	21 000
5.Реклама	табл. 5.11	588,2	40 000
всього:		986,8	67 100

5.6.8 Накладні витрати

Витрати наведені у таблиці 5.15.

Таблиця 5.15 – Розрахунок накладних витрат підприємства

Показники	Джерела даних	На одиницю	На рік
1.Умовно-постійні витрати, тис. грн.	табл. 6.14	986,8	67 100
2.Частка випуску продукції у загальному обсягу виробництва, %	60		
3.Накладні витрати, тис. грн.	стр.1 * стр.2 / 100%	592,08	40 260

5.6.9 Обґрунтування собівартості інноваційної ідеї стартап-проекту

Обґрунтування наведено в таблиці 5.16.

Таблиця 5.16 – Обґрунтування собівартості товару (послуги)

Статті витрат	Джерела даних	Витрати, тис.грн	
		на одиницю	на рік
1.Умовно-змінні витрати	табл. 5.12	2381	505 000
2 Умовно-постійні витрати	табл. 5.13	986,8	67 100
3. Собівартість	стр.1+стр.2	3367,8	572100

5.7 Обґрунтування рівня рентабельності (прибутковості) інноваційної ідеї

Обґрунтування наведено в таблиці 5.17.

Таблиця 5.17 – Обґрунтування рівня рентабельності товару (послуги)

Статті витрат	Джерело даних	Од. вимір.	Значення показників.
1. Собівартість одиниці продукції	табл. 5.16	грн.	3367,8
Обсяг виробництва в рік	Прогноз		210
2. Необхідний прибуток	пп.2,1+2,2+2,3+2,4+2,5+ 2,6+2,7	грн.	184 895
2.1. Кредитні засоби та їх обслуговування	Кредитна угода	грн.	50 000
2.2. Засоби ФРВ	Колективна угода	грн.	50 000
2.3. Засоби ФСР	Колективна угода	грн.	30 000
2.4. Засоби ПФ	Колективна угода	грн.	10 000
2.5. Грошові виплати власникам підприємства	Колективна угода	грн.	15 000
2.6. Фінансовий резерв	$(2.1+2.2+2.3+2.4+2.5)*0.05/0.95$	грн.	7 895
2.7. Податок на прибуток	$(2.1+2.2+2.3+2.4+2.5)*0.18$	грн.	27000
3. Необхідний рівень рентабельності продукції	п.2 / п.1*100%	%	26

5.8 Обґрунтування вартості виробництва інноваційної технології

Відповідно до [30] обґрунтуємо вартість обладнання (технології). Зазначимо, що саме податок на додану вартість (ПДВ), який сплачується всіма суб'єктами господарської діяльності відповідно до розділу 5 Податкового кодексу України перетворює вартість товару (послуги) на його ціну. Величина ПДВ становить 20%

доданої вартості товару (послуги) [32]. Визначимо величину ПДВ та ціни техніки (технології). Узагальнимо результати обґрунтування в таблиці 5.18.

Таблиця 5.18 – Обґрунтування вартості та ціни

Статті витрат	Джерело даних	Одиниці вимірювання	Значення показників
1. Собівартість одиниці товару (послуги)	табл. 5.16	грн.	2381
2. Норма рентабельності	табл. 5.17	%	26
3. «Нормальний» питомий прибуток	п.1 * п.2 / 100%	грн.	619,06
4. Вартість виробництва одиниці продукції	п.1 + п.3	грн.	3000
5. ПДВ	п.4 / 6	грн.	500
6. Відпускна ціна товару (послуги)	п.4+п.5	грн.	3500

Результат маркетингового дослідження на продукти-аналоги наведено в таблиці 5.19.

Таблиця 5.19 – Порівняльний аналіз ціни з цінами конкурентних товарів

Види ціни	Джерело даних	Одиниці вимірювання	Показники
1. Розрахункова ціна виробництва одиниці продукції з ПДВ	Табл. 5.18	грн.	3500
2. Ринкові ціни товарів-аналогів на ринку	Маркетингове дослідження ринку		
– Мінімальна		грн.	2 000
– максимальна		грн.	5000
– середня		грн.	3750
3. Скоригована ціна реалізації			4000

5.9 Цільові групи потенційних споживачів

В обґрунтуванні потенційних споживачів виявлені цільові групи, яким будуть пропонуватися створені обладнання або технології, а також визначено відповідну базов стратегії розвитку наведено у таблицях 5.20 і 5.21.

Таблиця 5.20 – Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	Житловий фонд	Високий	Слабка	Низька складність
3	Державні установи	Високий	Середня	Середня складність
4	Промисловість	Нижче середнього	Середня	Досить складно
5	Інжиніринг	Слабкий	Відсутній	Малоймовірно

Таблиця 5.21 – Визначення базової стратегії розвитку

Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
Кілька сегментів	Диференційований маркетинг	Якісне обладнання, адаптивність, постійний зв'язок зі споживачем	Стратегія диференціації

5.10 Канали збуту

Відповідно до [31] канали збуту — це сукупність фірм або окремих осіб, які виконують посередницькі функції щодо фізичного переміщення товарів і перебирають на себе або сприяють переданню права власності на товари на шляху їх просування від виробника до споживача. Потенційними каналами збуту є багатоквартирні будинки, приватні будинки, які протребують проведення комплексних енергоаудитів та реалізацією енергозберігаючих заходів. Процес продажу буде включати рекламу, договору, встановлення та налаштування обладнання та технологій. Формування системи збуту наведено в таблиці 5.16.

Таблиця 5.16 – Формування системи збуту.

Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Оптимальна система збуту
Закупівля на основі запропонованих переваг продукту	Стимулювання, встановлення контактів, проведення переговорів	Пряма та традиційна система збуту

5.11 Бізнес-модель проекту

Бізнес-модель проекту показано в таблиці 5.17.

Таблиця 5.17 – Бізнес-модель проекту

Ключові партнери МПП «АЛЬКО Р» «ЕРАМ»	Ключові види діяльності Програмне забезпечення Сервіс	Цінність пропозиції 1. Великий потенціал ринку автоматизації контролю та управління енергоспоживання. 2. Цінність пропозиції полягає у забезпеченні споживачів унікальним продуктом, який дозволяє здійснювати автоматичний моніторинг та аналіз даних, що дає змогу економити енергію та кошти.	Взаємовідносини з клієнтами Постійний зв'язок зі споживачами	Споживчі сегменти Житловий фонд Державні установи Промисловість
	Ключові ресурси 1. Матеріальні ресурси (обладнання) 2. Програмне забезпечення (створення ПЗ яке буде керувати процесами споживання енергії) 3. Людські ресурси (працівники) 4. Фінансові ресурси (власні кошти та залучені інвестиції)		Канали збуту Прямий продаж продукту, реклама в місцевих газетах, онлайн реклама в соціальних мережах, отримання грантів та написання рекламних статей.	
	Структура собівартості 1. Витрати разові (капітальні): 535 000 грн 2. Витрати постійні: 986,8 грн/одиноцю 3. Витрати змінні: 2831 грн/одиноцю		Потоки надходження доходу Дохід від реалізації продукту Сервіс	

Висновки до розділу

У даному розділі оцінено ринкові перспективи впровадження системи моніторингу енергоспоживання та умов мікроклімату у багатоквартирному житловому будинку та створено бізнес-модель. Під загальним терміном «розумний дім» розуміються окремі високотехнологічні пристрої, взаємопов'язані між собою, що дозволяють економити використовувані енергетичні ресурси, підвищити безпеку і забезпечити додатковий рівень комфорту. Ці прилади і пристосування можуть використовуватися як в рамках окремої квартири, так і в масштабі цілого

багатоквартирного будинку. Для розвитку стартапу в майбутньому можливе об'єднання її з іншими інженерними мережами (система пожежної безпеки; система антизатоплення; система безпеки), що дасть змогу автоматизувати управління та моніторинг різних технологічних процесів, зменшить навантаження на працівників та зекономити кошти. Було проведено відповідні розрахунки, що дають можливість оцінити інвестиційну привабливість проекту та зробити висновок про доцільність впровадження технології. За даними, що наведені у розділі можна зробити висновок, що запропонований стартап-проект є досить перспективним і його реалізації є доцільною.

У таблиці 5.18 підводяться підсумки підготовки інноваційного стартапу та узагальнюються основні техніко-економічні показники.

Таблиця 5.18 - Узагальнюючі техніко-економічні показники

Показники	Значення
Річний випуск продукції, од.	210
Капіталовкладення, грн	1 294 400
Собівартість одиниці продукції, грн	2381
Ціна продукту, грн.	4000
Прибуток, грн.	339 990
Рентабельність, %	26

ВИСНОВКИ

1) У розділі 1 магістерської дисертації наведено загальний опис гуртожитку та проведено аналіз фактичного споживання енергетичних ресурсів за останні три роки. За результатами аналізу зроблено висновок, які складові є найбільш енергоємними, також слід взяти до уваги що умови комфорту не невідповідають нормативним значенням, це вказує на доцільність впровадження заходів по підвищенню енергоефективності та забезпечення комфортних умов у кімнатах гуртожитку.

2) У розділі 2 магістерської дисертації було проведено дослідження існуючих енергетичних систем будівлі, за результатами яких існуючі огорожувальні конструкції не відповідають нормативним вимогам. Для забезпечення необхідного опору теплопередачі рекомендується провести утеплення огорожуючих конструкцій та заміну вікон та дверей на енергоефективні. Рекомендується провести модернізацію системи теплопостачання шляхом впровадження енергоефективних заходів. Система електропостачання будівлі знаходиться в задовільному стані. Проаналізувавши вплив впровадження заходів з енергозбереження на систему електропостачання будівлі визначено що система не значної потребує модернізації.

3) У 3 розділі магістерської дисертації проведено огляд нормативно-правової бази, огляд сучасних підходів до організації ефективного енерговикористання та можливості існуючого програмного забезпечення для моделювання, планування енергоспоживання. Виконано порівняльну оцінку розрахунків за допомогою спеціалізованих програмних продуктів DesignBuilder, RETScreen. Базове та фактичне значення відрізняються більш суттєво, що пов'язано в першу чергу з недотриманням температурного графіку теплопостачання та умов мікроклімату у даній будівлі, тому рекомендується провести термомодернізацію гуртожитку. Виконано розрахунок фінансово-економічних показників проєкту: при існуючих тарифах на енергію дисконтований термін окупності заходів становить 14 років, що є прийнятним.

4) У розділі наведено рекомендації щодо покращення роботи системи енергетичного менеджменту гуртожитку. Здійснення енергомоніторингу дає можливість контролювати споживання енергоресурсів, проводити аналіз даних та приймати ефективні рішення щодо управління енергоспоживанням, тому наступним кроком має бути впровадження технічних рішень що допоможуть керувати в енергоспоживанням автоматично в реальному часі, згідно попередньо опрацьованих і підготовлених планів роботи. Системи енергоменеджменту з застосуванням сучасних технічних рішень – важливий крок на шляху до підвищення енергоефективності.

5) У 5 розділі наведено опис запропонованого стартап-проекту, що полягає у впровадженні системи моніторингу енергоспоживання та умов мікроклімату у житловій будівлі. Провівши відповідні розрахунки, визначено ринкові перспективи проекту, його інвестиційну привабливість та доцільність впровадження.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6–31:2016 (на заміну ДБН В.2.6-31:2006 (зі змінами від 1 липня 2013 р.)). – [Чинні від 2017–05–01] // Мінрегіон України. – К.: Укрархбудінформ, 2017. – 65 с. – (Державні будівельні норми України).
2. Енергетичні системи та комплекси. Системи виробництва та розподілу енергії: Визначення теплового навантаження будівель та вибір системи теплопостачання: навчальний посібник / В.В.Дубровська, В.І Шкляр. – К.: НТУУ «КПІ», 2010. – 112 с.
3. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1–27:2010. – [Чинні від 2011-11-01] // Мінрегіонбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2011. – 123 с. – (Національний стандарт України).
4. Теплові мережі. Навчальний посібник / Н. Д. Степанова, Д. В. Степанов. – Вінниця: ВНТУ, 2009. – 135 с.
5. Теплові мережі: ДБН В.2.5-39:2008 – [Чинні від 2008–12–09] // Мінрегіонбуд України. – К., 2009. – 56 с. – (Державні будівельні норми України).
6. ТОВ YASNO "Київські енергетичні послуги" [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://wiki.1551.gov.ua/pages/viewpage.action?pageId=45875907>.
7. Тарифи на електроенергію [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://kyiv.yasno.com.ua/b2c-tariffs>.
8. Енергоефективність [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://kyiv.yasno.com.ua/enerhoefektivnist>.
9. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення: ДБН В.2.5-23-2010. – [Чинні від 2010–10–01] // Мінрегіонбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2010. – 103 с. – (Державні будівельні норми України).
10. Шовкалюк М.М. Підвищення енергоефективності будівельного фонду шляхом удосконалення законодавчої та нормативної бази // Збірник наук. праць IV міжнар. наук.-техн. та навч.-метод. конф. "Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку – REMS'2017". [Київ, 25-27 квітня 2017 р.].
11. Житловий кодекс. Чинний від 30.06.1983 №5464-10 // Верховна Рада УРСР. – 1983.

12. Закон України «Про теплопостачання» від 2 червня 2005 року №2633// Відомості Верховної Ради України. – Офіц. Вид. – К. –2005. – (Бібліотека офіційних видань)
13. Закон України «Про електроенергетику» від 16 жовтня 1997 року №575/97-ВР// Відомості Верховної Ради України. – Офіц. Вид. – К. –1997. – (Бібліотека офіційних видань).
14. Закон України «Про альтернативні джерела енергії» від 20 лютого 2003 року №555// Відомості Верховної Ради України. – Офіц. Вид. – К. –2003. – (Бібліотека офіційних видань).
15. Закон України «Про енергозбереження» від 01.07.1994 № 74/94-ВР // Відомості Верховної Ради України. – Офіц. Вид. – К. –1994. – (Бібліотека офіційних видань).
16. Закон України від 22.06.2017 "Про енергетичну ефективність будівель" № 2118-VIII // Голос України. – Офіц. Вид. – К. – 2017. – (Бібліотека офіційних видань).
17. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6–31:2006. – [Чинні від 2007–04–01] // Мінбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2006. – 65 с. – (Державні будівельні норми України).
18. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення: ДБН В.2.2–15:2005. – [Чинні від 2006–01–01] – Київ: Держбуд України, 2005. – 45 с. – (Державні будівельні норми України).
19. Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції та ГВП ДСТУ Б А.2.2-12:2015 . – [Чинний від 2016–01–01]. – Київ: ДержспоживстандартУкраїни, 2015. – 195 с. – (Національний стандарт України).
20. Настанова з виконання термомодернізації житлових будинків: ДСТУ–Н Б В.3.2–3:2014. – [Чинний від 2014–12–31]. – Київ: ДержспоживстандартУкраїни, 2014. – 67 с. – (Національний стандарт України).
21. Будівельна кліматологія: ДСТУ–Н Б В.1.1–27:2010. – [Чинний від 2011-11-01] // Мінрегіонбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2011. – 123 с. – (Національний стандарт України).
22. Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанови щодо застосування. (ISO 50001:2011, IDT) (ISO 50001:2011(E) «Energy management systems — Requirements with guidance for use»). ДСТУ ISO 50001:2014. – [Чинний від

- 2015-01-01] // Мінекономрозвитку України. – К.: Мінекономрозвитку України, 2015. – 27 с. – (Національний стандарт України).
23. Шовкалюк Ю.В. Інструменти і методи для підвищення енергоефективності будівельного фонду / Молодий вчений. - №1(53) – 2018.
24. Мельнікова К.І.,Шовкалюк М.М. Моделювання споживання енергії житловою будівлею з визначенням потенціалу енергозбереження від термомодернізації// Збірник наук. праць XI міжнародна науково-технічна конференція «Енергетика. Екологія. Людина» . [Київ, 24-25 квітня 2019 р.].
25. RETScreen - Clean Energy Management Software [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.nrcan.gc.ca/maps-tools-publications/tools/data-analysis-software-modelling/retscreen/7465>
26. ПОРІВНЯННЯ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ БУДІВЛІ / Корженко О.В. Шовкалюк М.М.// I Міжнар. наук.-практ. конф. « ШЛЯХИ РОЗВИТКУ НАУКИ В СУЧАСНИХ КРИЗОВИХ УМОВАХ» - [Дніпро, 28-29 грудня 2020 р.], - с.495-496.
27. DesignBuilder - About DesignBuilder [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://designbuilder.co.uk/about-us>
28. Посібник з муніципального енергетичного менеджменту / Є.М.Іншеков, Є.Є.Нікітін, М.В.Тарновский, А.В.Чернявський. – К.:2014. – 247 с.
29. Інструкція з користування АСЕМ [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://asem.com.ua/asem/static/docs/instruction.pdf>.
30. Круш П.В. Ціноутворення : підручник / П.В. Круш, О.І. Андрусь. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2019. – 292 с.
31. Стартап-проект: Рекомендації до виконання розділу магістерської дисертації «Розроблення стартап-проекту»: [Електронний ресурс]: навч. посібник / П.В Круш, Н.А. Шевчук, О.І. Андрусь / КПІ ім. Ігоря Сікорського. –Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 50 с.
32. Економіка підприємства: Книга 1. [підручник для студентів вищих навч. закладів]; за заг.ред. П.В. Круша, К.В. Шелехова. – К.: ДП «НВЦ Пріоритети», 2014. -676 с.

Міжнародний електронний
науково-практичний журнал "WayScience"

Дата проведення:
28-29 травня 2020 року

СЕРТИФІКАТ

учасника конференції

I Міжнародна науково-практична інтернет-конференція

«ШЛЯХИ РОЗВИТКУ НАУКИ В СУЧАСНИХ КРИЗОВИХ УМОВАХ»

учасник

Корженко Олег Васильович

Тема: «ПОРІВНЯННЯ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ ДЛЯ
МОДЕЛЮВАННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ БУДІВЛІ»

Редакція журналу

м. Дніпро (Україна) – 2020 р





МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ
ІНСТИТУТ ІМЕНІ ГОРЯ СІКОРСЬКОГО”
Інститут енергозбереження та енергоменеджменту



МАТЕРІАЛИ
III НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
МАГІСТРАНТІВ ІЕЕ
(за результатами дисертаційних досліджень магістрантів)
ІНСТИТУТУ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА
ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ
26 – 27 листопада 2020 р.
(ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ)

КИЇВ
2020